

(19) 대한민국특허청 (KR)
(12) 공개특허공보 (A)

(51) 。 Int. Cl. ⁷
H05K 1/16

(11) 공개번호 특2001 - 0072835
(43) 공개일자 2001년07월31일

(21) 출원번호 10 - 2001 - 7002221
(22) 출원일자 2001년02월21일
번역문 제출일자 2001년02월21일
(86) 국제출원번호 PCT/US1998/25088
(86) 국제출원출원일자 1998년11월24일

(87) 국제공개번호 WO 2000/10736
(87) 국제공개일자 2000년03월02일

(81) 지정국

국내특허 : 알바니아, 아르메니아, 오스트리아(AT실용), 오스트레일리아, 아제르바이잔, 보스니아 - 헤르체고비나, 바베이도스, 불가리아, 브라질, 벨라루스, 캐나다, 스위스, 중국, 쿠바, 체코(CZ실용), 독일(DE실용), 덴마크(DK실용), 에스토니아(EE실용), 스페인, 핀란드(FI실용), 영국, 그루지야, 헝가리, 이스라엘, 아이슬란드, 일본, 케냐, 키르기즈, 북한, 대한민국, 카자흐스탄, 세인트루시아, 스리랑카, 라이베리아, 레소토, 리투아니아, 룩셈부르크, 라트비아, 몰도바, 마다가스카르, 마케도니아, 몽고, 말라위, 멕시코, 노르웨이, 뉴질랜드, 슬로베니아, 슬로바키아(SK실용), 타지키스탄, 투르크메니스탄, 터키, 트리니다드토바고, 우크라이나, 우간다, 미국, 우즈베키스탄, 베트남, 폴란드, 포르투갈, 루마니아, 러시아, 수단, 스웨덴, 싱가포르, 인도네시아, 가나, 감비아, 크로아티아, 시에라리온, 유고슬라비아, 짐바브웨,
AP ARIPO특허: 케냐, 레소토, 말라위, 수단, 스와질랜드, 우간다, 가나, 감비아, 짐바브웨,
EA 유라시아특허: 아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스, 키르기즈, 카자흐스탄, 몰도바, 러시아, 타지키스탄, 투르크메니스탄,
EP 유럽특허: 오스트리아, 벨기에, 스위스, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투갈, 스웨덴, 핀란드, 사이프러스,
OA OAPI특허: 부르키나파소, 베냉, 중앙아프리카, 콩고, 코트디부아르, 카메룬, 가봉, 기네, 말리, 모리타니, 니제르, 세네갈, 차드, 토고, 기네비쏘,

(30) 우선권주장 60/097,706 1998년08월21일 미국(US)

(71) 출원인 에스알아이 인터내셔널
추후제출
미국, 캘리포니아 94025, 멘로 파크, 333 라벤스우드 에비뉴

(72) 발명자 나랑,수브하쉬
미국94025캘리포니아멘로파크라벤스우드에브뉴333
샤르마,수니티
미국94025캘리포니아멘로파크라벤스우드에브뉴333
콕스,필립
미국94025캘리포니아멘로파크라벤스우드에브뉴333
벤츄라,수잔나
미국94025캘리포니아멘로파크라벤스우드에브뉴333

(74) 대리인

남상선

심사청구 : 없음

(54) 전기 회로 및 구성요소의 프린팅

요약

본 발명은 표면(2)에 다층 전자 구성요소 및 회로를 프린팅하는(2 내지 7) 방법에 관한 것이며, 여기에서, 하나 이상의 층은 침착된 용액(4,5)에서 발생하는 산화환원 반응(6)에 의해 형성된다. 전자 구성요소는 트랜지스터 또는 다이오드와 같은 반도체, 금속 산화물, 또는 배터리 또는 연료 전지와 같은 전해질을 포함할 수 있거나, 커패시터, 인덕터, 및 레지스터이다. 바람직하게, 산화환원 반응의 산화제는 강산화제이고, 환원제는 강환원제(3)이다. 반응은 바람직하게 충분히 발열반응이어서, 이들은 마이크로파 또는 다른 적합한 에너지 공급원에 의해 완전해진다기 보다는 개시될 수 있으며, 실질적으로 순수한 금속 또는 금속 산화물 층을 수득할 수 있다. 침착된 용액(5)은 높은 미립자 농도, 예컨대 건조 중량 60 내지 80 중량%, 또는 낮은 미립자 농도, 예컨대 5 중량% 이하, 또는 2중량% 이하일 수 있다. 낮은 미립자 함량은 10 μ m 이하, 5 μ m 이하, 또는 1 μ m 이하의 측면 해상도를 갖는 구조의 프린팅을 공급한다.

대표도

도 1

명세서

기술분야

본 발명은 전기 회로 및 구성요소의 프린팅에 관한 것이다.

배경기술

전기 회로 및 구성요소는 통신에서 계산, 운송, 에너지 생성, 저장 및 제어, 소모품, 라디오, 항해 등의, 세계의 거의 모든 분야에서 사용된다. 이러한 영역의 각각에는, 보다 작고 저렴한 제품의 생산에 대한 요구가 계속되고 있으며, 차례로 이러한 요구는 보다 집적된 회로 및 구성 요소를 위해 절박하다.

물론, 최초의 전자 제품은 수동으로 와이어링되었다. 일부 제품이 부분적으로 또는 전체적으로 아직까지 수동으로 생산되지만, 수동으로 생산된 회로는 대개 기계 프린팅된 회로 보드로 대체되며, 분리된 구성요소는 대개 LSICs 및 VLICs와 같이 고집적된 구성요소로 대체된다.

이렇게 향상되었음에도 불구하고, 대부분의 전자 장치는 일반적으로 회로 보드를 프린팅하고 구성요소를 이용하여 회로 보드를 분포시킨 다음, 구성요소의 커넥터 핀을 보드에 웨이브 용접시키거나, 커플링시켜 제조된다. 회로 및 구성요소의 일부가 실크 스크린과 같은 일반적인 프린팅 기술을 이용하여 약간 "프린팅" 되는 몇몇 장치가 있고, 일반적으로 널리 알려진 예는 AA 및 다른 작은 소모 배터리에 사용되는 배터리 테스트이다. 전형적인 설명이 파커(Parker)의 US 4 702563호(1987년 10월)에 알려졌다. 그러나, 이러한 장치는 회로 및 구성요소의 유형 및 복잡성에 대해 심하게 한정되며, 프린팅 회로 및 구성요소를 위해 보다 다재다능의 기구 및 기술이 상당히 필요하다.

이러한 상황은 부분적이거나 전체적으로 많은 전자 구성요소를 위해 필요한 다층을 공급할 수 없는 공정으로 회로 보드를 제조하기 때문이다. 예를들면, 회로 보드의 전형적인 포토리소그래피 제조에서, 구리와 같은 금속막을 유리섬유와 같이 단단하고, 비전도성인 기질에 가한다. 그후, 전도성 금속 시트를 기질에 적층하고, 포토레지스트를 라미네이트에 코팅시킨다. 라이트 마스크를 이용하여 보드를 라이트 패턴에 노출시켜 원하는 금속 패턴을 재생하고, 노출 후 포토레지스트 현상시킨다. 마지막으로, 완전한 보드를 조에 함침시켜 포토레지스트로 보호되지 않고 남아있는 가해진 금속을 에칭시킬 수 있다. 다른 포토리소그래피 공정에서는, 환원가능한 금속 착체를 함유하는 조성물로 기질을 코팅하여 전기적으로 전도성인 금속 통로를 형성시키는 것이 공지되어 있다. 이러한 하나의 공정에서, 기질은 광활성화된 환원제를 함유하는 소르비톨 구리 포름산 용액으로 코팅시켰다. 자외선 광선의 노출시에, 마스크되지 않은 영역은 구리 금속으로 환원되고, 보드의 나머지는 깨끗하게 세척된다.

이러한 기술이 고성능 및 고선명도의 단일층을 생성할 수 있지만, 이들은 다층, 특히 다른 물질로 구성된 다층을 침착하기에는 적합치 않다. 특히 애노드, 캐소드, 및 전해질층을 위해 특정된 물질을 요구하는 배터리와 같은 다층 구성요소의 프린팅은 표준 회로 보드 프린팅 기술과 일치하지 않는다.

실크 스크리닝실크 스크리닝

실크 스크리닝과 같이 회로 보드를 프린팅하기 위해 일반적으로 사용되는 다른 기술은 다층을 프린팅할 수 있지만, 가장 단순한 전자 구성요소 이외의 프린팅에는 알맞지 않다. 예를들면, 본원에 참고로 통합되는 로우(Lowe)의 US 514 8355호(1992년 9월)에서, 커넥터, 레지스터, 커패시터, 및 절연체와 같은 회로 및 전자 구성요소가 폴리머 기재의 전도성 및 저항 잉크의 연속적인 스크린 프린팅으로 제조된다. 5 마이크론의 두께 제어 변수와 인접한 도체들 사이의 약 0.01 인치의 최소 스페이싱을 갖는, 30 내지 50개 정도의 층을 서로의 탑에 침착하기 위해 로우의 공정을 사용할 수 있다고 주장한다.

많은 면에서 유용하지만, 로우의 방법에 따른 공정은 금속이 분리된 입자, 바람직하게는 은 단편으로서 현탁되는 잉크의 사용으로 인한 단점을 갖는다. 이러한 입자가 단지 3 내지 50 마이크론 직경으로 측정되지만, 이러한 잉크들이 건조되어 연속적인 물질이라기 보다는 입자-입자 접촉에 의해 전류가 흐르는 트레이스 및 층을 형성한다. 상대적으로 약한 도체를 형성하는 것 이외에, 입자의 크기는 여러배의 가장 큰 입자 직경으로 가장 작은 트레이스를 효과적으로 한정한다. 또한, 좁은 트레이스 및 얇은 침착의 균열 가능성이, 확실한 트레이스를 달성하기 위해서 약간의 오프셋 또는 각도에서의 반복된 침착을 필수적으로 하는, 중요한 문제를 일으키는 것으로 보인다.

다른 단점은 로우가 단지 전도성, 저항 및 절연 부분만을 포함하는 프린팅 전자 구성요소로 한정된다는 점이다. 로우는 전극이 금속 전지를 유익하게 포함할 수 있고, 전해질이 액체 또는 폴리머를 포함할 수 있는 배터리를 프린팅하는 데에는 가이드를 제공하지 못한다. 또한, 로우는 반도체의 프린팅시에도 가이드를 제공하지 못한다.

무전해석출무전해석출

공지된 실크 스크리닝 기술이 전자 구성요소에 대해 요구되는 미세함을 프린팅할 수 있지만, 이들은 회로/회로 구성요소 조합의 물질 생산을 위해 너무 느리다. 이러한 목적을 위해 오프셋 및 음각 프린팅과 같은 보다 고속의 프린팅 기술이 바람직하다. 오카자키(Okazaki) 등의 US 5127330호(1992년 7월)는 음각 프린팅시 매우 미세한 트레이스(3 μ m 폭 및 2 μ m 두께)를 생성하기 위해 사용될 수 있는 특정 잉크를 개시하고 있지만, 다층을 제조하기 위한 특정 잉크의 사용은 개시하고 있지 않다. 전자 구성요소의 고속 무전해석출 프린팅에 대한 일부 작업이 이루어졌으며, 대표적인 이러한 공정이 하기에 개시되어 있다.

본원에 참고로 통합된모간(Morgan) 등의 US 5403649호(1995년 4월)에서는, 2차원으로 이미지화된 금속 물질을 윤전 그라비아 인쇄(rotogravure)를 이용한 촉매 잉크의 무전해석출로 웹상에 제조하였다. 상이한 물질의 얇은 선을 층지게하여, 다이오드, 레지스터, 커패시터, 배터리, 센서 및 연료 전지를 포함하는 다양한 전자 구성요소를 프린팅할 수 있다고 청구하고 있다. 이 발명은 약 10% 미만의 고체를 갖는 촉매 잉크의 특히 낮은 점도(약 20 내지 600 센티포이시스)로부터 발생하는 것으로 보이며, 선의 프린팅을 측면(폭) 해상도 25 마이크론 이하로 가능하게 한다고 한다. 또한 모간의 발명은 아세트산염, 및 암모늄과 같은 환원제와 함께 환원가능한 금속 이온을 함유하는 잉크의 용도에 관한 것이다.

모간의 교시는 여러 단점을 갖는다. 첫째, 모간에 의해 계획된 잉크는 모두 불순물로서 침착된 물질에 존재하는 폴리머를 함유한다. 이러한 불순물은 전도성 및 다른 기능에 역효과를 미친다. 이전의 특허, 야마구치(Yamaguchi) 등의 US 4921623호(1990년 5월)는 "구리" 코팅이라기 보다는 "구리-유형" 코팅으로서 구리 파우더, 결합제, 및 다른 성분들을 함유하는 용액으로 형성된 침착을 참조하여 이 차이점을 강조하고 있다.

다른 단점은, 모간이 잉크의 미립자 함유 부분을 10 중량% 미만으로 감소시킴에도 불구하고 여전히 실질적인 미립자 함량을 요구한다는 점이다. 로우의 특허에 대해 상술된 바와 같이, 미립자 함량은 기능에 역효과를 미친다. 모간이 잉크의 금속염으로 금속 미립자의 가능한 치환을 제시하지만, 모간은 염내의 금속 이온이 침착전의 금속 형태를 감소시킨다고 교시하고 있다.

다른 단점은, 모간의 구상이 분당 수 백 미터의 고속으로 프린팅할 수 있는 플레이트 기재 프린팅 기술로 한정되는 것으로 보인다는 것이다. 이러한 출판을 위한 플레이트는 제조가 어렵고 고가일 수 있으며, 심지어 설계의 소수 변형이 고가의 재설계를 요구할 수 있다.

참고로 본원에 통합된이슨(Isen)의 US 5758575호(1998년 6월)는 다양한 위치에서 수행되는 윤전 그라비아 인쇄 공정을 이용하는 잉크의 연속 프린팅을 개시하고 있다. 두꺼운 막을 의도하며, 각 층의 잉크를 건조시켜, 다중 잉크를 생성된 층 아래에 놓기 전에 사용할 수 있다. 이슨은 특히 특히 열크롬(thermochromic) 잉크, 전기발광 액체, 자석크롬 액체, 전기크롬 액체, 및 전기발광 액체를 포함하는 다양한 특수 잉크에 관한 것이며, 분리된 층간 전기 접촉을 이루도록 스파이크 롤러의 사용을 개시하고 있다. 이슨은 스위치, 다이오드, 트랜지스터, 레지스터, 인덕터, 코일, 배터리, 및 센서를 포함하는 전기 전자 구성요소를 생성하기 위해 그의 공정을 사용할 수 있음을 청구하고 있다.

이슨에 따른 공정은 여러 단점을 갖는다. 로우와 모간과 함께, 리슨 역시 분리된 입자를 함유하는 캐리어(액체, 잉크 등)의 침착을 개시하고 있다. 이러한 입자의 존재는 전도성 및 다른 기능에 역효과를 미친다.

또한, 이슨의 미립자를 위한 캐리어는 그 자체가 문제된다. 적합한 캐리어는 제조 어려움 및 환경적인 어려움을 일으키며 빨리 건조되는 용매를 포함하는 것으로 개시된다. 또한, 이슨은 적합한 캐리어가 원치않는 잔여물을 남길 수 있는 올리고머 물질을 포함한다[후버(Hoover) 등의 US 4666735호 (1987년 5월)미립자를 포함하는 잉크의 일반적인 설명 참조]

이슨의 공정은 침착된 물질이 액체로서 기능하도록 의도되는 경우를 다루기에는 특히 불리하다. 예를들면, 배터리 형성에 사용하기 위한 전해질에 대한 그의 설명에서, 이슨은 액체 전해질의 침착이 전해질 자체가 증발을 일으킬 수 있기 때문에 마이크로 크기의 캡슐형 전해질의 침착을 교시하고 있다. 이슨은 이전에 침착된 액체층의 탑에 층을 프린팅하는 것을 구상하지 않았다.

또한 이슨은 윤전 그라비아 인쇄, 플렉서 인쇄, 오프셋 그라비아 인쇄, 문자 인쇄, 및 이러한 플레이트와 같은 플레이트 기재 프린팅 기술로 한정되는 것으로 보이며, 이러한 플레이트를 제조하고 변형시키는 것은 고가이다. 이슨은 예를들면, 이러한 플레이트가 다이아몬드-바늘 인쇄, 화학 에칭, 및 레이저 새김과 같이 고가이며 어려운 기술을 이용하여 제조될 수 있음을 제안하고 있다.

이슨의 다른 문제점은 층들 사이의 바이어스(관통 또는 인터커넥트)가 두개 이상의 층을 관통하는 스파이크에 의해 생성되도록 의도되는 것이다. 스파이크는 층간 커넥션을 생성하는 부정확한 방법일 수 있으며, 특히 하나 이상의 또는 두 개의 간섭층에 의해 분리된 층들을 상호연결하는 데에 문제가 될 수 있다.

적층적층

또한, 구성요소의 일부가 통상적인 고속 프린팅 장치를 이용하여 프린팅되는 전자 구성요소를 제공하는 것이 공지되어 있고, 장치의 잔여물은 적층과 같은 일부 다른 기술을 이용하여 제조된다. 좋은 예는레이크(Lake) 등의 US 5603157호(1997년 2월)이다.레이크에서는, 버튼 배터리를 위한 절연 유지 링을 기판위에 프린팅하고 경화한 다음, 액체 전해질로 채웠다. 캐소드 및 애노드 호일을 링의 반대편에 적층한 다음, 적층된 생성물을 절단하여 배터리를 형성하였다. 이러한 방식으로, 배터리를 부분적으로, 그러나 완전하지 않게 프린팅하고, 여하튼 공정은 회로 트레이스 및 전자 구성요소 모두를 프린팅할 수 없다. 배터리를 생성하는 다른 조합 프린팅/적층 방법이레이크의 US 5350645호(1994년 9월), 니쉬(Nishi)의 US 5055968호(1991년 10월), 및 브루더(Bruder)의 US 4621035호(1986년 11월)에 개시되어 있다.

이렇게 하여, 회로 및 다층 전자 구성요소, 특히 잉크 - 젯 및 고속 프린팅 장치의 사용을 위한 새로운 기술의 제공이 필요하다.

발명의 상세한 설명

본 발명은 프린팅 회로, 다층 전자 구성요소, 특히 이러한 구성요소를 함유하는 선택적인 회로를 프린팅하는 방법 및 장치에 관한 것으로, 여기에서 하나 이상의 층은 침착된 용액에서 발생하는 산화환원 반응에 의해 생성된 물질로부터 형성된다.

의도된 전자 구성요소는 트랜지스터 또는 다이오드에서 발견되는 것과 같은 반도체, 또는 배터리 또는 연료 전지에서 발견되는 것과 같은 금속 산화물 또는 전해질을 포함한다. 다른 고안된 구성요소는 캐패시터, 인덕터, 및 레지스터이다. 바람직한 구체예에서, 산화환원 반응의 산화제는 강산화제이고, 산화환원 반응의 환원제는 강환원제이다. 특히 바람직한 구체예에서, 이러한 반응은 충분히 발열반응이므로 이들을 마이크로파 또는 다른 외부 에너지 공급원에 의해, 완성 시킨다기 보다는 오히려 개시할 수 있다.

다른 일면에서, 바람직하게 침착된 용액은 매우 낮은 미립자 농도, 예컨대 5 중량% 이하 또는 2 중량% 이하를 갖는다. 특히 바람직한 용액은 필수적으로 미립자를 갖지 않으므로, 실질적으로 물 레벨이 균일하다. 미립자 함량의 이러한 낮은 감소는 10 μ m 이하, 5 μ m 이하, 또는 심지어 1 μ m 이하의 측면 해상도를 갖는 것과 같이 매우 미세한 구조물의 프린팅을 제공한다.

본 발명의 다양한 목적, 특징, 일면, 및 이점이 동일한 숫자가 동일한 구성요소를 나타내는 첨부 도면을 참고로 본 발명의 바람직한 구체예의 상세한 하기 설명으로부터 더욱 명확해질 것이다.

도면의 간단한 설명

도 1은 회로 및 다층 전자 구성요소를 형성하는 방법의 개략도이다.

도 2a는 본 발명에 따라 제조된 캐패시터의 단면도이다.

도 2b는 도 2a의 캐패시터의 평면도이다.

도 3은 본 발명에 따라 제조된 다이오드의 단면도이다.

도 4는 본 발명에 따라 제조된 트랜지스터의 단면도이다.

도 5는 본 발명에 따라 제조된 레지스터의 단면도이다.

도 6a는 본 발명에 따라 제조된 인덕터의 단면도이다.

도 6b는 도 6a의 인덕터의 평면도이다.

도 7은 본 발명에 따라 제조된 배터리의 단면도이다.

도 8은 본 발명에 따라 제조된 커패시터 및 배터리를 포함하는 집적 전자 구성요소 회로의 단면도이다.

도 9는 프린팅 공정을 제어하기 위하여 CAD/CAM 데이터를 사용하여 금속, 세라믹, 및 폴리머를 침착하는 잉크 - 젯 프린팅 공정의 개략도이다.

도 10은 통합 기능성 장치를 갖는 배터리 라미네이트에 대한 파열된 단위 전지 구조의 개략도이다.

도 11은 향상된 전원 능력에 대한 인터디지테이팅된(interdigitated) 전극 구조의 개략도이다.

도 12는 일부 재충전이 가능한 배터리 시스템의 전지 전압 및 균등한 무게에 대한 이론적인 특정 에너지 밀도를 보여주는 그래프이다.

도 1은 본 발명에 따른 다층 전자 구성요소(1)을 프린팅하는 방법을 보여준다. 이 방법은 표면을 제공하는 단계(2); 산화환원 커플을 제공하는 단계(3); 용액에 하나 이상의 산화환원 커플을 용해시키는 단계(4); 용액을 표면으로 운반하는 단계(5); 산화환원 반응을 개시하는 단계(6); 및 하나 이상의 층을 추가하여 전자 구성요소를 완결시키는 단계(7)를 포함한다.

본원에서 사용된 바와 같이, 용어 "전자 구성요소"는 일부 바람직한 전기 작용을 수득하기 위해 회로에서 사용될 수 있는 일부 또는 어떠한 장치를 의미한다. 본원에서 의도된 전자 구성요소는 활성 구성요소 및 피동적인 구성요소로 분류를 포함하며, 여러 다른 방식으로 분리될 수 있다. 활성 구성요소는 증폭, 진동 또는 신호 조절과 같이 작동시 전원을 항상 요구하는 일부 동적 기능을 할 수 있는 전자 구성요소이다. 예는 이극 트랜지스터, 전계 효과 트랜지스터, 및 집적 회로이다. 수동적인 구성요소는 작동시 기본적으로 정적 전기 구성요소, 즉 일반적으로 증폭 또는 진동할 수 없고, 특징적인 작동시 전원을 일반적으로 요구하지 않는다. 예는 통상의 레지스터, 커패시터, 인덕터, 다이오드, 정류기 및 퓨즈이다.

본원에서 의도된 전자 구성요소는 또한 도체, 반도체, 또는 절연체로 분류될 수 있다. 본원에서, 도체는 전하 캐리어(전극과 같은)가 전류에서 원자들 사이를 용이하게 움직일 수 있는 구성요소이다. 도체 구성요소의 예는 회로 트레이스 및 금속을 포함하는 바이어스이다. 절연체는 실질적으로 그 기능이 전류의 전도에 극도로 저항하는 물질, 예컨대 다른 구성요소를 전기적으로 분리하기 위해 사용되는 물질의 능력에 관계되는 구성요소인 반면, 반도체는 실질적으로 도체와 절연체 사이의 자연적인 저항성을 갖는 상태로 전류를 전도하는 물질의 능력에 관계된 기능을 갖는 구성요소이다.

본원에서 의도된 전자 구성요소는 또한 전원 또는 전원 소모자로 분류될 수 있다. 전원 구성요소는 전형적으로 다른 구성요소에 전원을 공급하기 위해 사용되며, 배터리, 커패시터, 코일, 및 연료 전지를 포함한다. 본원에서 사용된 바와 같이, 용어 "배터리"는 화학 반응을 통해 사용가능한 양의 전력을 생성하는 장치를 의미한다. 유사하게, 재충전가능한 배터리 또는 2차 배터리는 화학 반응을 통해 전기 에너지의 사용가능한 양을 저장하는 장치이다. 전원 소모 구성요소는 레지스터, 트랜지스터, ICs, 센서 및 이의 유사체를 포함한다.

본원에서 의도된 다른 전자 구성요소는 분리되거나 집적되는 것으로 분류될 수 있다. 분리 구성요소는 회로의 한 위치에 집적된 하나의 미립자 전기 특성을 제공하는 장치이다. 예는 레지스터, 커패시터, 다이오드, 및 트랜지스터이다. 집적 구성요소는 회로의 한 위치에 다중 전기 특성을 공급할 수 있는 구성요소의 조합이다. 예는 ICs이며, 즉 집적 회로에서, 다중 구성요소 및 연결 트레이스는 논리와 같은 다중 또는 복합 기능을 수행하기 위해 조합된다.

본원에서 사용된 바와 같이 구성요소에 적용된 것과 같은 용어 "다층"의 다양한 형태는, 구성요소의 작용성이 상이한 물질로 구성된 나란히 놓인 층을 가짐에 따라 발생한다는 것을 의미한다. 예를들면, 전형적인 P-N-P 트랜지스터는, 이것의 작용이 P 및 N 도핑된 반도체 층의 병렬상태로 인해 발생하기 때문에 본원에서 다층 구성요소로 고려된다. 유사하게 배터리는, 이것의 작용이 컨덕터 플레이트, 절연체 및 다른 컨덕터 플레이트의 병렬상태로 인해 발생하기 때문에 본원에서 다층 구성요소로 고려된다. 다른 한편, 회로 보드상의 전도성 트레이스는, 이 트레이스가 전도성 물질의 연속적인 침착으로 제조됨에도 불구하고 각각의 연속적인 층이 트레이스의 작용성을 변화시킨다기 보다는 전류 운반 능력만을 단순히 증가시키기 때문에, 일반적으로 다층으로 고려되지 않는다.

표면을 제공하는 단계 (2) 표면을 제공하는 단계 (2)

단계 2의 적합한 표면은 전기 구성요소의 층이 침착될 수 있는 임의의 표면으로 의도된다. 가장 적합하게, 표면은 수지성 회로 보드와 같은 시트 물질의 부드러운 탑 또는 하부이지만, 모든 다른 표면은 이들이 프린팅될 수 있는 것으로 의도된다.

표면을 한정하는 물질로, 거의 모든 고체 또는 반고체 물질을 사용하여 적합한 표면을 제공할 수 있다. 특히 바람직한 표면은 유리 섬유 회로 보드, 유리, 및 금속 대상과 같은 상대적으로 견고한 기질로 한정된 것이다. 그러나, 적합한 물질의 범위는 비금속, 도체 내지 절연체, 가요성 내지 비가요성 물질, 흡수체 내지 비흡수체 물질 등으로 넓다. 예를들면, 본원에서 의도된 다른 표면은 이전에 침착되거나 설치된 구성요소; 회로 트레이스; 또는 다른 회로 또는 구성요소의 일부를 구성하거나 이 일부에 체결된 층의 측면 또는 탑이다.

프린팅된 표면은 딱딱할 필요는 없지만, 대신 플라스틱이나 종이 가방, 또는 심지어 직물에서 알려진 것과 같은 가요성 시트의 일부를 형성할 수 있다. 또한 시트의 존재가 필수적이지는 않지만, 의도된 표면은 고체 블록 내지 오목하거나 압출 성형된 형태의 실질적으로 임의의 형태로 발견되는 것을 포함한다. 심지어 의류는 프린팅을 위한 적합한 표면을 제공할 수 있다. 본원에서 의도된 다른 표면은 제곱 밀리미터 미만과 같이 극도로 작은 영역으로부터 측정 수 제곱 미터 이상의 디스플레이와 같은 거대 영역까지의 다양한 크기로 변화할 수 있다.

전기 회로 패턴 및 전자 구성요소 모두를 기질 위에 프린팅하는 경우, 바람직한 기질은 일반적으로 전기적으로 비도전성이다. 따라서, 일반적으로 모든 유전 물질이 적합한 기질이다. 일반적으로 사용되는 유전 물질은 수지성 물질을 포함한다. 바람직한 경우, 수지성 물질은 섬유 보강재를 혼입할 수 있다. 예를들면, 종이, 카드보드, 유리 섬유 또는 다른 섬유 물질을 페놀 수지성 물질, 에폭시 수지성 물질 또는 폴루오로히드로카본(예를들면 폴리테트라플루오로에틸렌) 수지성 물질로 함침시키고, 일정한 두께로 압력을 가하거나 롤링시킬 수 있다. 세라믹 기질은 유사하게 선택될 수 있다. 기질은 실질적으로 일정하거나, 기질에 형성되거나 펀칭되거나 또는 드릴링될 수 있는 홈을 포함함에 의한 것과 같이, 일부 다른 방식으로 도핑되거나 변형될 수 있다.

사용하기 전에 유익하게 물질을 공지된 기술을 사용하여 세척하거나 탈지시킬 수 있다. 바람직한 탈지제는 트리클로로에틸렌 및 세탁제 수용액이다.

산화환원 커플을 제공하는 단계 (3) 산화환원 커플을 제공하는 단계 (3)

단계 (3)에서는, 산화환원 반응에서 함께 반응하는 두가지 이상의 구성요소, 하나의 산화제(산화제), 및 하나의 환원제(환원제)를 포함하는 산화환원 커플을 제공한다. 본원에서 사용된 바와 같이, "산화환원" 반응은 하나의 구성요소가 산화되고 하나의 구성요소가 환원되는 반응을 의미한다.

바람직한 구체예에서, 산화환원 커플의 산화 및 환원 화학종은 함께 용액에 포함되지만, 다른 구체예에서 이러한 화학종은 임의의 상 또는 상들의 조합형태로 존재할 수 있다. 예를들면, 액체로 존재하는 환원제는 산소와 같은 가스상의 산화제와 커플링될 수 있다.

산화환원 구성요소는 바람직하게 정상 조건하에 용액에서 함께 열역학적으로 안정하며, 외부 에너지 공급원의 영향하에서만 단지 서로 화학적으로 반응한다. 이러한 방식에서, 반응은 외부 에너지 공급원에 의해 개시된다. 본원에서 유용한 산화환원 반응은, 반응을 완결하기 위해 외부 에너지 공급원을 필요로하는 것과는 반대로 일반적으로 바람직하게는 높은 발열이므로, 구성요소는 실질적으로 반응의 개시로 완결되게 반응한다. 다른 한편, 산화환원 반응은 단지 약간의 발열 미만, 심지어는 흡열일 수 있음이 의도된다.

약 220℃ 내지 약 550℃에서 일반적으로 적합한 활성 에너지를 갖고 실질적으로 너무 격렬하게 반응시키지 않는 반응 조건하에서 완결되게 반응하는 산화환원 시스템이 바람직하다. 이렇게 하여, 예를들면, 일부 산화환원 시스템은 예상되는 조건하에 폭발적이므로, 매우 바람직하지 않다. 다른 바람직하지 않은 산화환원 시스템은 폭발적이지는 않지만 반응성이 커서 과다 열 생성이 문제가 되는 것이다. 그럼에도 불구하고, 산화환원 커플은 강산화제 및 강환원제 모두를 포함하는 것이 바람직하다.

바람직한 산화환원 반응은 금속, 금속 산화물 또는 다른 물질이 용액에서 침전하게 한다. 특히 바람직한 구체예에서, 용질의 한 구성요소는 염을 포함하는 반면, 용질의 다른 구성요소는 적합한 리간드를 포함한다. 본원에서 사용된 바와 같이, 용어 "염"은 산(A)과 염기(B)의 임의의 조합물을 의미한다. 금속염의 예는 구리 포름산염, 니켈 아세트산염, 알루미늄 아크릴레이트, 금 티오시안산염, 및 요오드화티탄이다. 비금속염의 예는 암모늄 포름산염, 및 암모늄 아크릴레이트이다. 추가의 유용한 이온은 질산염, 알콕시드 질산염, 알콕시드 과염소산염, 아세테이트 질산염, 및 아크릴레이트 질산염을 포함한다. 기질 상에 용액으로부터 다중 침전물의 침전은 동시에, 순차적으로, 또는 일부 이들의 조합으로 발생할 수 있다.

염이 금속을 함유하는 경우, 모든 금속이 의도된다. 그러나, 바람직한 금속은 구리, 은, 및 금과 같은 도체; 및 규소 및 게르마늄과 같은 반도체이다. 일부 목적, 특히 촉매 생성을 위하여, 카드뮴, 크롬, 코발트, 철, 납, 망간, 니켈, 백금, 팔라듐, 로듐, 은, 주석, 티탄, 아연 등과 같은 금속을 사용할 수 있다고 의도된다. 본원에서 사용된 바와 같이, 용어 "금속"은 또한 합금, 금속/금속 복합체, 금속 세라믹 복합체, 금속 폴리머 복합체로 뿐만 아니라 다른 금속 복합체를 포함한다. 물론, 산화환원 커플이 금속염을 함유하는 경우, 침전물은 전자의 흐름을 통해 전류를 전도할 수 있다. 그러나, 산화환원 커플은 다수의 용해된 화합물에서 산, 염기, 및 염의 용액인 경우에서와 같이 이온으로 전류를 전도할 수 있는 화합물을 포함할 수 있음이 의도된다.

또한, 용액에서 용이하게 제거되는 기체상 또는 액체 생성물을 발생시키는 산화환원 시스템이 바람직하다. 이러한 목적으로 NO_x , SO_x , CO_x , N_2 및 N_2O 와 같은 기체를 생성하거나 물, 알코올, 또는 다른 용이하게 증발되는 물질을 생성하는 산화환원 시스템이 바람직하다.

많은 경우, 산화환원 시스템은 질산염 및 아세트산염과 같은 단순한 산화환원 커플을 포함할 것이다. 하나 이상의 금속 염이 환원 리간드를 가질 수 있고, 산화제가 별도로 제공될 수 있지만, 하나 이상의 금속염이 산화 리간드를 가지며, 환원제가 용액에 별도로 첨가되는 것이 바람직하다. 이러한 목적을 위한 바람직한 환원제는 포름산, 시트르산, 및 아스코르브산과 같은 비중합 카르복실산을 포함하는, 유기 산이다. 또한, 메타크릴산, 아크릴산, 크로톤산 등의 중합 유기산은 금속 산화물 생성물로부터 분리가 어려운 생성물을 생성하도록 조합될 수 있지만, 이러한 산이 사용될 수 있다.

더욱 복잡한 산화환원 시스템에서는, 산화 및/또는 환원제가 조합될 수 있다. 예를들면, 산의 조합을 환원제로 사용할 수 있다. 복잡한 산화환원 시스템의 의도된 예는 타르타르산 및 아스코르브산을 포함한다.

금속염에 금속이 의도된 혼합 금속 산화물을 생성하도록 당량비율로 바람직하게 포함되는 것과 같이, 산화환원 시스템에서 사용되는 다양한 리간드는 서로 완전하게 반응하는 당량비율로 바람직하게 포함된다.

본원에서 사용된 바와 같이, 용어 " 리간드" (L)는 산화환원 반응에서 염의 하나 이상의 외형의 염을 옮기도록 열적으로 활성화되어, $AB+L \Rightarrow AL+B$, 또는 $AB+L \Rightarrow A+BL$ 이 될 수 있는 임의의 물질을 의미한다. 공정에서 의도된 본원의 바람직한 리간드는 비결정이고, 비금속 잔기를 남기지 않으며, 정상적인 주위 조건하에 안정하다. 바람직한 염은 300E C 이하, 보다 바람직하게는 250E C 이하, 가장 바람직하게는 200E C 이하의 온도에서 용액중 반응하는 리간드를 함유한다.

바람직한 리간드의 부류는 특히 시클로헥실아민을 포함하는 질소 도너이다. 그러나, 다수의 다른 질소 도너 및 이들의 혼합물을 사용할 수 있다. 예는 3- 피콜린, 루티딘, 퀴놀린, 이소퀴놀린, 시클로펜틸아민, 시클로헥실아민, 시클로헥틸아민, 시클로옥틸아민 등이다. 그러나, 이들은 단지 소수의 예이며, 많은 다른 지방족 일차, 이차, 및 삼차 아민 및/또는 방향족 질소 도너를 사용할 수 있다.

구체예의 예시적인 부류에서, $MpIMqIIMrIII \cdots O(p/2+q+3r/2)$ 형태의 혼합된 금속 산화물은 금속 질산염 및 카르복실산의 수용성 혼합물을 낮은 온도에서 가열함으로써 제조될 수 있다. 이러한 조건하의 금속산화물의 형성은 아크릴레이트산염, 메타크릴레이트산염, 포름산염, 시트르산염, 아세트산염, 아스코르브산염, 피콜린산염, 살리실산염 등과 같은 유기 리간드와 산화 NO_3^-/NO_2^- 사이의 자발적인 반응에 의해 용이해진다고 생각된다. 질산염-카르복실산염 시스템의 중요한 이점은 가정의 평범한 마이크로파 오븐에서 열분해하는 이러한 시스템이 최종 생성물을 수득하도록 소결될 수 있는 세라믹을 제공할 수 있다는 점이다.

하나 이상의 산화환원 커플 구성요소를 용액에 용해시키는 단계 (4) 하나 이상의 산화환원 커플 구성요소를 용액에 용해시키는 단계 (4)

단계 4에서는, 산화환원 커플을 포함하는 하나 이상의 구성요소를 적합한 용매 또는 용매 혼합물; 및 가능한 다른 용질과 조합하여 용액을 형성시킨다. 적합한 용매는 물 크기 레벨 또는 이온 크기 레벨의 일정하게 분산된 혼합물을 형성하도록 다른 물질을 용해시킬 수 있는 물질이다. 이것은 극성 또는 비극성; 유기 또는 무기; 점성 또는 비점성; 수용성 또는 비수용성; 양자성 또는 비양자성의 임의의 조합을 포함한다. 예시적인 용매는 물, 임의의 알코올, 방향족 탄화수소, 에스테르, 에테르, 케톤, 아민 및 질산화되고 염소화된 탄화수소이다. 환경 오염을 최소화하기에 일반적으로 물이 가장 바람직함에도 불구하고, 많은 구체예는 바람직하게 NMP와 같은 유기체를 사용하여 바람직하게 수행됨이 의도된다.

또한, 용액으로 용해될 수 없는 용질도 세라믹 입자, 금속 입자 및 폴리머를 포함하는 용액에 포함될 수 있다. 이러한 용질은 " 현탁액" 또는 " 분산액" 과 같은 용액에 혼입되도록 의도된다. " 현탁액" 은 매우 작은 입자(고체, 반고체, 또는 액체)가 다수 일정하게 액체 또는 기체상 매질에 분산되는 시스템으로 정의된다. " 분산액" 은 하나의 상이 분산이 일정치 않은 벌크 물질을 통해 분포된 미세 분할 입자로 구성되는 두개의 상 시스템으로 정의된다.

의도된 용액은 염 및 리간드 외에 다른 화합물을 포함할 수 있다. 예를들면, 물과 함께 또는 물이 없이 질소 도너 용매 중의 구리(II) 포르산 혼합물을 알코올과 조합하여 잉크-젯 프린터에서의 분배를 용이하게 할 수 있다. 또한, 소량의 용매를 기재로 한 폴리머 또는 계면활성제도 잉크-젯 프린팅을 위한 전구체 용액의 형태를 조정하기 위한 첨가제로 유용하며, 더 좋은 막 형성 특성을 부여한다. 다른 한편, 보다 큰 양의 용매 및/또는 트리에틸포스페이트, 트리톤(Triton) X100, 글리세롤 등과 같은 첨가제는 캡톤(Kapton™)와 같은 온도에 민감한 기질 또는 종이 위에서의 불완전한 열분해로 인하여 생성된 막을 오염시키는 경향을 갖기 때문에 회피된다. 또한, 기질에 대한 침착되는 물질의 접착력을 향상시키는 기질을 커플링제로 처리하는 것이 가치가 있다.

그러나, 가장 바람직한 용매는 금속, 금속 산화물 또는 다른 의도된 침전 이외의 잔여물을 거의 또는 전혀 남기지 않는다. 이렇게 하여, 현재의 콜렉터 또는 회로 트레이스에서와 같이, 순수한 금속을 침착시키는 경우, 사용될 수 있는 임의의 결합제, 계면활성제, 점성도 변형제 등이 바람직하게 축적 농도 20 중량% 이하, 10 중량% 이하, 5 중량% 이하, 또는 2 중량% 이하의 용액에 존재한다. 이렇게 하여, 침착되는 용액이 미립자를 포함하도록 의도되며, 이러한 미립자는 바람직하게 20 중량% 이하, 보다 바람직하게는 10 중량% 이하, 보다 바람직하게는 5 중량% 이하, 및 가장 바람직하게는 2 중량% 이하로 공급 용액에 존재한다. 또한, 침착된 용액이 실질적으로 미립자가 없도록 의도된다.

한편, 표면적 증가를 달성하기에 미립자를 포함하는 것이 바람직한 캐소드, 애노드와 같이 유익하게 미립자를 포함하는 층을 침착시키는 경우, 보다 큰 양의 침전물이 의도된다. 예를들면, 캐소드 또는 애노드층의 침착시, 미립자가 유익하게 용매로 회석될때 약 40 중량% 내지 50 중량%의 조성물에 상응하는, 60 중량% 내지 80 중량%의 건조 제제를 제공할 수 있음이 의도된다.

침착된 용액의 바람직한 점도는 대개 기질에 용액을 침착하기 위해 사용되는 방법에 의존한다. 바람직한 분명한 점도는 잉크 젯 유형 디스펜서에 대해 1.5 내지 10 cps(센티포이시스); 실크 스크리닝에 대해 30,000 cps; 오프셋, 렉소그래픽, 그라비아, 및 음각에 대해 약 300 내지 20,000 cps이다.

용매는 혼합된 금속 산화물 생성물로부터 여러가지 다른 방식으로 분리될 수 있다. 바람직한 구체예에서, 산화환원 반응은 실질적인 점도 증가가 달성될 때까지 용매가 반응 혼합물로부터 증발되는 시간 동안 수행된다. 다른 구체예에서는, 침착된 용액을 계속 가열시킴으로써 될 수 있다.

용액을 표면에 가하는 단계(5) 용액을 표면에 가하는 단계(5)

단계(5)에서는, 원하는 패턴을 형성할 수 있는 임의의 장치를 사용하여 용액을 표면에 가한다. 일반적으로 이것은 장치의 일부 또는 전체와 표면 사이에서 상대적인 움직임을 통하여 표면에 용액을 분배시켜 일으킬 수 있다. 개념적으로, 장치는 두부분, 용액을 유지하는 저장기, 및 어플리케이션터를 포함할 수 있다. 바람직한 구체예의 한 부류에서, 예를들면 장치는 잉크 젯 유형의 프린터 카트리지, 캐필러리 니브, 롤러 디스펜서, 스프레이어, 또는 펜슬 리드(pencil lead)와 유사한 압출 물질의 단부와 같은 "포인트" 디스펜서일 수 있다. 이러한 구체예에서, 저장고는 분배된 유체를 위한 유지탱크인 반면, 어플리케이션터는 드로우잉 헤드의 부분적인 형태이다. 특정 구체예에 따르면, 이러한 장치는 수십 옹스트롬 미만 내지 밀리미터 이상인 어떠한 경우에도 정확하게 물질을 분배시킬 수 있다.

유체적으로 또는 심지어는 기계적으로 저장기가 어플리케이션터에 체결되는 것이 필수적이지는 않다. 예를들면, 어플리케이션터는 고무 또는 석판인쇄 유형의 스탬프를 포함할 수 있으며, 저장기는 스탬프 패드를 포함할 수 있다. 이러한 구체예에서는, 표면과 저장기 사이의 상대적인 움직임이 필요없고 대신 어플리케이션터와 표면 사이의 상대적인 움직임은 원하는 패턴의 형성을 위해 사용할 수 있다. 다른 구체예에서, 어플리케이션터는 스스로 표면에 상대적으로 움직일 필요는 없으나, 원하는 패턴을 형성하도록 기울어지거나 회전할 수 있다. 다른 구체예에서, 저장기 및 어플리케이션터는 표면에 상대적으로 정지될 수 있고, 어플리케이션터를 통해 분배된 유체는 원하는 패턴을 형성하기 위해 공기, 자기 또는 다른 힘에

의해 지시될 수 있다.

본원에 설명된 기구 및 방법을 사용하여 분배되도록 의도된 패턴은 임의의 포인트 또는 도트 배열을 포함하며, 분리되거나 조합되어 선, 채워진 공간 등을 형성한다. 이렇게 하여, 고안된 패턴은 직선 및 곡선, 분할선, 폭이 넓거나 좁은 선, 리본, 겹치는 선을 포함한다. 특히 유용한 패턴은 회로 보드 및 회로 구성요소 설계를 포함하는 것이 의도된다. 패턴은 또한 단일 또는 다층 설계일 수 있으며, 하나 또는 양쪽 측면을 프린팅하는 것과 관련되며, 바이어스는 양쪽 측면을 상호연결시키도록 프린팅된다.

사실, 임의의 유형의 프린팅 장치가 본 발명에서 사용될 수 있다. 모든 일반적인 프린팅 방법은 일부 기술이 서로 겹칠 수 있는 하기 기술을 포함하는 것으로 의도된다: 잉크 젯 프린팅; 트레드(thread) 분배; 스프레이; 스탬핑; 모든 유형의 리소그래피 또는 습윤 어프셋; 건조 오프셋 또는 레터셋; 롤러 인쇄; 레터 압축 인쇄; 그라비아 인쇄; 스크린 인쇄; 플렉소그래픽 인쇄; 평판인쇄; 등사판 인쇄; 용기 인쇄; 고온 스탬핑 및 전사 인쇄; 뿐만 아니라 브러싱 및 스텐실링 기술. 요약하면, 잉크를 사용하는 임의의 프린팅 공정이 본 발명의 구체예로 효과적으로 사용될 수 있다.

프로토타입 및 매우 작은 부피를 위하여, 잉크-젯 유형의 프린터를 유익하게 사용할 수 있다. 은, 구리, 아연 또는 주석을 함유하는 전도성 잉크를 사용하는 잉크 젯 프린팅이 프린팅된 회로 보드의 제조에서 이미 공지되어 있다. 예시적인 이러한 기술의 설명이 완전하게 본원에 통합된 맥진레이(McGinley) 등의 US 5,688,146호에서 발견될 수 있다. 본원에서 의도된 용해된 산화환원 용액을 이용하는 유사한 기술을 사용할 수 있다. 잉크 젯 유형의 프린팅 장치를 이용하는 바람직한 방법의 상세한 설명이 함께 계류중인 나랑(Narang)의 미국 특허 출원 시리즈 제 09/042182호(1998년 3월), 나랑의 미국 특허 출원 시리즈 제 09/105858호(1998년 6월)에 개시되며, 참고로 이 모두가 본원에 통합된다.

또한, 잉크젯 프린팅 기술의 용도는 곡면을 포함하는 다양한 표면에 맞는 가요성 크기 및 모양의 전원의 제조를 가능하게 함으로써 한계를 확장시킨다. 또한, 10 μ m 이하, 심지어 5 μ m 이하의 해상도이 현재 잉크 젯 프린팅 장치를 이용하여 가능하고, 잉크 젯 프린팅 기술에서 향상된다. 추가로, 층의 적용을 제어하기 위해 CAD/CAM을 사용할 수 있으며, 프린팅 장치의 뛰어난 제어와 높은 가요성 시스템 설계를 가능하게 한다.

보다 큰 작업을 위하여, 이러한 프린터는 마치타(Machita) 등의 US 4981074호(1991년 1월)에 설명된 것과 같이, XY θ 제조 테이블과 함께 작동될 수 있다. 특히, 프린팅 장치의 특히 바람직한 카테고리는 옴그래프트, 인크. 마이크오펜 400(Ohmcraft, Inc. Micropen 400)과 같은 CAM 유형의 직접적인 쓰기 시스템을 포함한다. 이 장치에서, 펜, 테이블 및 물질을 펴는 시스템은 직접적이며 상호관련된 동기식 컴퓨터 제어 하에 항상 있으며, 각 변수(쓰기 속도, 펴는 비율, 펜 힘, 침착 두께, 침착 폭, 단위길이당 컬럼, 및 단위 시간당 컬럼)가 개별적으로 프로그래밍될 수 있다. 침착된 용액을 펜팁에 펴고, 약 2.7×10^{-7} ml의 펄스로 침착시킨다. 펜은 분출하는 용액의 표면을 중심으로 움직이며, 쓰기 동안 기질을 건드릴 필요가 없다. 이것은 기질의 모든 외형이 가능하게 하는 반면, 원한다면 일정한 두께를 제공할 수 있다. 미세한 선의 패턴이 5% 한계오차를 가지면서 4 밀리 미만으로 생성될 수 있다.

또한, 금속 호일 또는 종이로부터 얻을 수 있는 연속적인 기질을 이용하여, 분당 수십 미터 이상의 고속으로 다수의 동일한 회로를 프린팅할 수 있다. 그후, 이러한 회로는 예컨대 적합한 블레이드로 절단시킴으로써 서로 분리될 수 있다. 특히, 바람직한 구체예에서, 실질적으로 독립적인 프린팅 위치를 갖는 프린팅 기계를 사용할 수 있다. 예는 콤포 인터내셔널사(Milford, OH)의 Comco Commander™이다. 이러한 기계와 함께, 회로 트레이스 및 다수의 다른 전자 구성요소를 포함하는 완전한 회로가 폴리머 시트와 같이 연속적인 기질에 프린팅될 수 있다. 이러한 시스템에서, 물질의 다른 용액이 다중 칼라 프린팅 공정에서 상이한 칼라를 침착시키는 것과 동일한 방식으로, 유익하게 다른 위치에 침착될 수 있다. 또한, 주어진 위치는 다수의 다른 용액을 프린팅하는 다중 침착 제트 또는 다른 침착 장치를 가질 수 있다.

산화환원 반응을 개시하는 단계 (6) 산화환원 반응을 개시하는 단계 (6)

단계 6에서는, 침착된 용액에서 산화환원 반응을 개시한다. 바람직한 구체예에서, 반응은, 기질이나 코팅에 과도한 손상을 일으키지 않으면서 원하는 화학반응(들)을 수행할 수 있는 임의의 공급원을 포함하는 적합한 에너지 공급원을 이용하여, 외부 에너지를 가함으로써 개시된다. 적외선 램프 및 뜨거운 공기 송풍기를 포함하는 복사 및 대류 열 공급원이 이용될 수 있음에도 불구하고, 특히 바람직한 에너지 공급원은 마이크로파 발생기이다. 다른 적합한 에너지 공급원은 전자 빔, 및 x-선, 감마선, 및 자외선을 포함하는 비-IR 파장에서의 복사 장치를 포함한다.

또한, 산화환원 반응은 대기중에서 산소 또는 다른 가스가 침착된 용액의 구성요소와 반응하는 것과 같이 동시에 일어날 수 있다. 이경우에, 외부 에너지 공급원을 사용하여 반응을 개시할 필요가 없다.

소량의 물질을 반응시키는 실험에서, 발명자가 이러한 목적에 마이크로파 에너지를 사용하여 대부분 성공적이었다. 이러한 실험에서, 용액은 유리 표면에 일반적으로 침착되었고, 마이크로파는 정격 커패시티 1100 와트를 갖는 일반적인 가정용 마이크로파를 이용하여 공급되었다. 상술된 농도하에, 약 10분 동안의 마이크로파 에너지는 다수의 산화환원 시스템을 개시하기에 일반적으로 충분하며, 그동안 또는 그 후에 반응이 발열 성질로 인하여 자체 지속된다. 또한 발명자들은 핫 플레이트에 의해 생성된 복사 및 대류 열을 이용하여 좋은 결과를 얻었다. 또한, 자외선, CO₂ 레이저, 다이오드 레이저, 적외선 램프, 태양 에너지, 및 전류와 같은 다른 에너지 공급원이 의도되었다. 물론, 활성 에너지의 양 및 강도는 다른 반응 조건의 기능이며, 강한 에너지 공급원은 산화환원 시간을 초 크기 미만으로 감소시킬 수 있음이 의도된다.

산화환원 시스템의 개시 다음, 공정 동안 혼합물의 온도는 어디서나 약 50℃ 내지 약 500℃로 하강할 수 있으며, 공정 동안 일정하거나 변할 수 있다. 또한, 반응 시간은 수분 내지 수일로, 심지어는 가능하다면 수초로 하강할 것이다. 반응 시간 동안 교반 또는 다른 혼합이 최종 생성물의 균일성을 증가시키기 위해 분명히 유익하지만, 이러한 혼합에는 광범위한 제한이 있다. 일부 경우에는, 특히 중합한 산을 사용하는 경우에, 한시간 내지 수시간의 짧은 기간 동안 내용물을 에이징(age)하는 것이 유익하다. 그러나, 과-에이징은 상 분리를 일으킬 수 있으므로 피한다.

외부 에너지 공급원이 반응을 개시하기 위해 사용되는 경우, 이들은 다양한 방식으로 적용될 수 있다. 바람직한 구체예에서, 에너지 공급원은 기질위에 침착된 전구체/리간드에 향하게 된다. 그러나, 다른 구체예에서는, 예를들면, 가열된 리간드가 냉각 전구체, 또는 가열된 전구체가 가해질 수 있고, 냉각 리간드에도 가해질 수 있다. 또다른 구체예에서는, 기질 자체가 가열되어, 에너지가 가열 도전에 의해 용액에 부여될 수 있다.

본원에서 주지된 바와 같이, 산화환원 반응을 외부 공급원을 이용하여 완결시키는 것이 바람직하게는 필수적이지 않지만, 대신 외부 공급원만이 사용되면, 개별적인 층의 후기 공정이 의도된다. 예를들면, 원치않는 양의 용매가 침전물에 남는 경우에는, 추가의 에너지를 남아 있는 용매 일부 또는 모두를 제거하기 위해 사용할 수 있다. 다른 예에서는, 특히 금속 산화물이 고려되는 경우에, 원하는 작용성을 달성하기 위해 하소를 필요로 할 수 있다.

구성요소를 완결시키는 단계 (7) 구성요소를 완결시키는 단계 (7)

단계 7은 바람직하게는 산화환원 반응이 실질적으로 이전 층에서 완결된 후에, 전자 구성요소(1)에 다른 층을 추가한다. 그러나, 일부 예에서, 두개 층의 용액이 상대적으로 서로 혼화되지 않거나, 상호 혼합이 수용가능하게 되기 어렵거나, 원하는 경우에, 추가의 층이 더 일찍 추가될 수 있다.

복합성에 따라 회로의 모든 회로 요소들을 완성시키기 위해 10개 이하 또는 그 이상의 추가의 층을 필요로 할 수 있음이 의도된다. 그러나, 하기 설명된 바와 같이, 대부분의 회로 요소는 단지 3 내지 4개의 층으로 구성될 수 있으며, 약 10개 이상의 층을 필요로 하는 경우는 드물다.

추가층에 대한 다양한 가능성이 있다. 추가층이 하기 즉시 침착된 물질과 다른 물질 또는 동일한 물질을 포함할 수 있다. 이것은 본원에서 설명된 바와 같이 도체, 절연체, 반도체, 전해질 등을 포함하거나, 비도전성 폴리머 보호제와 같은 실링층을 단순히 포함한다. 또한 추가층이 "리드 선"을 형성할 수 있다. 추가층(들)은 본원의 개시에 따라 침착될 필요는 없다.

도 2 내지 7은 특정한 전자 구성요소에 대한 다수의 의도된 일부 설계를 도시한다. 도 2에서, 커패시터(20)는 지지 절연체(9)로 분리되고 하나의 리드가 플레이트(22)에서 확장되는 두개의 리드(8)를 갖는 제 1(기질에 가장 인접한)층; 절연체(24), 다른 층의 지지 절연체(9), 및 도전성 라이저(25)를 갖는 제 2층; 및 플레이트(26)를 형성하도록 확장되는 제 3 도전층을 갖는다.

이러한 예를 통하여, 리드(8)는 일부 회로를 형성하며, 세부 사항은 환경에 따라 달라질 것이며, 따라서 구성요소의 바로 가까이에서만 보여진다. 적합한 리드 및 임의의 도체는 본원에서 설명된 다른 도체 또는 임의의 금속을 포함할 수 있지만, 바람직하게는 실질적으로 순수한 구리로 구성되며, 하기 실시예 1의 기술을 사용하여 형성될 수 있다. 또한, 이러한 예를 통하여, 지지 절연체 층(9) 뿐만 아니라 임의의 다른 절연체층도 하기 실시예 2의 기술을 사용하여 형성될 수 있다.

도 3에서, 다이오드(30)가 지지 절연체(9)에 의해 분리된 두개의 리드(8)를 갖는 제 1층; p 도핑된 반도체 물질(32), 다른 층의 지지 절연체(9), 및 도전성 라이저 층(33)을 갖는 제 2층; n 도핑된 반도체 물질(34), 다른 층의 지지 절연체(9), 및 도전성 라이저 층(33)을 갖는 제 3층; 도체(35)를 갖는 제 4층으로 형성된다. 이러한 설명을 통하여, n 및 p 도핑된 반도체 층이 공지된 반도체 물질 및 도판트,를 사용하여 형성되고, 본원에 개시된 바에 따라 용해되고 침착될 수 있다.

도 4에서, 트랜지스터(40)는 지지 절연체(9)에 의해 분리된 두개의 리드(8)를 갖는 제 1층; p 도핑된 반도체 물질(42), 다른 층의 지지 절연체(9), 및 한층의 도전성 라이저(43)를 갖는 제 2층; n 도핑된 반도체 물질(44), 다른 층의 지지 절연체(9), 및 한층의 도전성 라이저(43)를 갖는 제 3층; p 도핑된 반도체 물질(45), 다른 층의 지지 절연체(9), 및 한층의 도전성 라이저(43)를 갖는 제 4층; 및 도체(46)를 갖는 제 5층으로 형성된다. p 및 n 층은 다이오드(30)에서와 같이 형성될 수 있다.

도 5에서, 레지스터(50)는 지지 절연체(9)에 의해 분리된 두개의 리드(8)를 갖는 제 1층; 두개의 라이저(53) 및 다른 층의 지지 절연체(9)를 갖는 제 2층; 및 저항 물질(54)을 갖는 제 3층으로 형성된다. 저항 물질(54)은 공지된 저항 물질을 사용하여 형성되고, 본원에 따라 용해되고 침착될 수 있다. 물론, 저항 물질은 단순히 리드(8)와 버트(butt) - 결합될 수 있지만, 이러한 배열은 신뢰도가 떨어지는 것으로 생각된다.

도 6a 및 6b에서, 인덕터(60)는 지지 절연체(9)에 의해 분리되며, 하나의 도전성 리드(8)가 세척의 도전성 연장(62)과 이어지는 두개의 리드(8)를 갖는 제 1층; 라이저부(63), 한층의 절연체(64), 및 지지 절연체(9)를 갖는 제 2층; 및 도체(64)를 갖는 제 3층으로 형성된다. 분명하게, 리드(8), 연장(62), 라이저부(63), 및 도체(64)가 모두 전기적으로 도전성이며 연속적이다.

도 7에서, 배터리(70)는 지지 절연체(9)에 의해 분리된 두개의 리드(8)를 갖는 제 1층; 캐소드 물질(72), 다른 층의 지지 절연체(9), 및 도전성 라이저부(73)를 갖는 제 2층; 전해질 물질(74), 다른 층의 지지 절연체(9), 및 도전성 라이저부(73)를 갖는 제 3층; 애노드 물질(75), 다른 층의 지지 절연체(9), 및 도전성 라이저부(73)를 갖는 제 4층; 및 전기적으로 도전성인 콜렉터 물질(76)을 포함하는 제 5층(76)으로 형성된다. 캐소드는 유익하게 n - 메탈 - 피롤리돈(NMP)의 50 중량% 내지 70 중량%를 사용하여 형성될 수 있다. 전해질 층은 유익하게 폴리비닐리덴 플루오라이드(P

VDF), 에틸렌 카르보네이트, 디메틸 카르보네이트, 리튬 헥사플루오로포스페이트, 및 폴리에틸렌, 탄화 규소, 및 알루미늄과 같은 선택적으로 불활성인 입자를 사용하여 형성될 수 있다.

애노드층은 유익하게 n - 메틸 - 피롤리돈의 50 중량% 내지 70 중량%를 사용하여 형성될 수 있다. 배터리 형성의 추가 세부사항은 도 10 및 11의 설명과 함께 하기 설명된다.

도 8에서, 복합재료 구성요소(80)는 조합 배터리 및 커패시터를 포함한다. 배터리부는 도 7에서와 같이, 지지 절연체(9)에 의해 분리된 두개의 리드(8)를 갖는 제 1 층; 캐소드 물질(82), 다른 층의 지지 절연체(9), 및 도전성 라이저부(83)를 갖는 제 2 층; 전해질 물질(84), 다른 층의 지지 절연체(9), 및 도전성 라이저부(83)를 갖는 제 3 층; 애노드 물질(85), 다른 층의 지지 절연체(9), 및 도전성 라이저부(83)를 갖는 제 4 층; 및 전기적으로 도전성인 콜렉터 물질(86)을 포함하는 제 5 층(86)으로 형성된다. 커패시터부는 실질적으로 도 2a 및 2b에서와 같이, 플레이트로 작용하는 콜렉터 물질(86), 다른 층의 지지 절연체(9), 및 다른 도전성 라이저부(83)를 갖는 제 5 층; 및 다른 전기적 도전성 플레이트(88)를 갖는 제 6 층으로 형성된다.

전자 장치 전자 장치

본원에서 개시된 방법 및 장치는 통신에서 계산, 운송, 에너지 생성, 저장 및 제어, 소모품, 라디오, 항해 등의 현대 세계의 모든 분야에서 사용될 수 있다. 전기적 내부배선 및 패키징을 최소화시키고, 통상의 제조 기술의 기계적인 강도를 견디지 못하는 물질의 보다 얇은 층을 사용함으로써 시스템 중량 및 부피의 감소를 포함한 다수의 이점이 의도된다. 이렇게 하여 발명자들의 접근법은 복합형 전자 기술 및 마이크로전자 기술 분야의 장치를 포함하는 집적 장치의 넓은 영역에 대한 특정 에너지 및 특정 전원의 증가를 제공한다.

의도된 구체예의 한 부류는 종종 정당하게 낮은 가격에 판매되지만, 수 십만 또는 수 백만 단위로 생산되는 상대적으로 간단한 회로를 포함한다. 예시적인 제품은 배터리 테스트, 센서, 촉매, 작은 배터리, 마이크로 작동기, 및 컴퓨터 키보드와 같은 다수의 전기 접촉을 이용한 장치이다. 특별한 예로서, 본 명세서에서 개시한 방법은 문헌[Hink 등의 US 5041 187호(1991년 8월)]에 개시된 옥시미터와 같은 센서를 생성하는데 사용할 수 있다.

특정 의도의 구체예의 다른 부류는 다수의 접촉을 갖는 대량 생산된 상대적으로 저렴한 장치를 포함한다. 본원에서 예는 컴퓨터 키패드 등을 포함한다. 문헌[Lutz 등의 US 5011627호(1991년 4월)]에 개시된 것과 유사한 멤브레인 키보드가 본원에서 개시된 방법에 따라 용이하게 생산될 수 있다. 이러한 회로는 분자적으로 균일한 용액을 사용하여, 트레이스가 미립자 없이 침착될 수 있으므로 이전에 공지된 것 보다 우수하다고 예측된다. 이러한 발전은 더 큰 가요성과 균열 저항을 가능하게 한다.

특정 의도의 구체예의 다른 부류는 의복 또는 다른 직물과 같은 가요성 기질 위에 프린팅될 수 있는 회로를 포함한다. 앞서 설명된 이슨 특허에서 개시된 시프트(theft) 검출 태그의 회로는 본원에서 개시된 방법에 따라 제조될 수 있다. 또한, 본원에서 개시된 기술을 사용하여, 컨포말(conformal) 장치가 향상된 배터리, 향상된 전자장치, 및 기능 장치를 유익하게 포함할 수 있다. 이렇게 하여, 몇몇의 의도된 구체예에서, 배터리 또는 연료 전지가 풍선 또는 연료 가스를 포함하는 압력 용기의 내부와 같이 곡선 대상에 유익하게 프린팅될 수 있다.

특정 의도의 구체예의 또 다른 부류는 배터리, 연료 전지, 이러한 전지와 트랜스미터, 리시버 등의 조합물을 포함한다. 배터리는 디지털 시계와 같은 버튼 유형의 배터리를 사용하는 시스템 뿐만 아니라 휴대폰, 라디오, 및 다른 통신 장치에 특별한 유용성을 나타낼 수 있다.

도 9에 보여진 잉크-젯 프린팅 프로세스(90)는 전원 구조물 및 궁극적으로 배터리/작용 장치 조합물을 세우는데 특히 유용하다. 본원에서, 잉크-젯 유형 장치의 헤드(92)(제시되지 않은 잔여부분)가 기질(94) 위에 본원에서 개시한 바와 같이 산화환원 커플을 함유하는 용액(제시되지 않음)을 침착시킨다. 침착된 용액을 갖는 기질(94)을 산화환원 반응을 개시하는 IR 램프 또는 CO₂ 레이저 에너지 공급원(96)에 놓는다.

도 10은 도 9의 공정에 의해 생성될 수 있는 리튬 이온 유형의 배터리(100)에 대한 다층 구조를 도시한다. 이러한 특별한 예는 3.7V 공칭 및 4.2V 탑 전하의 전형적인 배터리 전압을 갖는 리튬 이온 유형의 배터리를 나타낸다. 리튬 이온 화학은 현재 상업적으로 이용되는 배터리중 가장 높은 특정 에너지를 공급하므로 바람직하다. 물론, 유사한 접근법을 다른 유형의 배터리, 커패시터, 및 연료 전지를 제조하는데에 사용할 수 있다.

도 10에서, 배터리 커패시터 조합(100)은 애노드 전류 콜렉터(102)를 갖는 애노드(101), 캐소드 전류 콜렉터(104)를 갖는 캐소드(103), 및 전해질층(105)을 포함한다. 이러한 각층은 유익하게 3 내지 20cm 너비, 3 내지 500cm 길이, 및 100 내지 150 μ m 두께이며, 단 전류 콜렉터(104)는 약 0.5 μ m 두께이다. 캐소드 전류 콜렉터(104)의 탑 위에, 25 내지 150 μ m 두께로 의도되는 구리 포인트(107)를 갖는 바륨 티탄산염 세라믹 층(106)이 있다. 또한 배터리 커패시터 조합물(100)을 충전하거나 방전하는 리드(8)를 보여준다.

애노드(101)는 PVDF 결합제가 첨가되고, 구리 콜렉터가 결합될 수 있는 코크 또는 흑연을 유익하게 포함할 수 있다. 통상의 배터리에서, 콜렉터는 코팅 공정시 기계적 강도를 고려하여 양호한 기계적 특성을 갖는 호일로 일반적으로 한정된다. 그러나, 본원에서 의도하는 접근법으로는, 전류 콜렉터가 코팅 공정을 견디기 위한 기계적 강도를 요구하지 않으므로 보다 얇은 구리 또는 다른 전류 콜렉터를 사용할 수 있다. 이러한 보다 얇은 전류 콜렉터는 파장을 절약하게 하여, 배터리의 특정 에너지를 향상시킨다.

캐소드(103)는 바람직하게 리튬 코발트 산화물(리튬 이온 공급원), 아세틸렌 블랙(전자 전도도를 향상시킴), 및 폴리머 결합제를 포함한다. 본원에서 의도한 접근법으로, 보다 얇은 전류 콜렉터(104)를 사용할 수 있다. 보다 얇은 전극의 제조에서, 아세틸렌 블랙의 보다 낮은 레벨을 요구할 수 있다.

바람직한 캐소드 물질은 다른 금속이 동일한 분자내에서 산소와 함께 결합되는 혼합된 금속 산화물이다. 이러한 화합물은 제 2 배터리 전극의 생산에 특히 유용하며, 배터리 수명 및 에너지 효율은 전극의 형태 및 조성에 크게 의존한다. 본원에서 사용된 바와 같이, 이러한 화합물의 한정은 일반적인 화학식 $M^{1}_{x_1} \cdots M^{n}_{x_n} O_y$ (여기에서, $M^{1}_{x_1} \cdots M^{n}_{x_n}$ 은 n 이 다른 금속이다)을 갖는 화합물을 포함하며, 다양한 금속 및 산소 화학종이 $x_1 \cdots x_n$, 및 y 로 각각 주어진 상대적인 원자 비로 존재한다. 또한, 이러한 한정은 이러한 화합물의 수산화물 및 수화된 형태 뿐만 아니라 금속, 세라믹, 또는 다른 미립자와 같이 다른 비균일 분포된 화학종을 함유함으로써 "도핑된" $M^{1}_{x_1} \cdots M^{n}_{x_n} O_y$ 를 포함한다. 그러나, 본원에서 사용된 혼합된 금속 산화물의 한정은 개별적인 모노 금속성의 금속 산화물이 화학적으로 결합되지 않고 단지 고체-고체 또는 다른 혼합물로 존재하는 조성물을 포함하지 않는다. 또한 한정은 금속 알콕사이드 및 알칸올아민과 같은 화합물로 확대되지 않는다.

특히 바람직한 혼합된 금속 산화물은 본원에서 참고로 통합된 함께 계류중인 나랑 등의 PCT 특허 출원 시리즈 PCT/US98/13366호(1998년 6월)에 청구되어 있다. 보다 바람직한 혼합된 금속 산화물은 소위 재충전가능한 로킹 체어(rocking chair) 배터리에 점점 더 많이 사용되는 리튬화된(lithiated) 금속 산화물, $LiM^{p_1}_{x_1} M^{q_1}_{x_2} \cdots O_x$ (예를들면, $LiAlO_{1.8} Mn_{1.8} O_x$, $LiCoO_2$, 및 $LiMn_2 O_4$ 를 포함함)이다. 이러한 장치에서, 금속 산화물은 반복적인 방전과 충전 동안 리튬을 가역적으로 삽입하고 탈삽입하여 캐소드 물질로 작용한다.

배터리에서의 이러한 사용외에, 다른 금속의 존재가 특정한 성질을 화합물에 종종 부여하기 때문에 PCT/US98/13366호의 혼합된 금속 산화물이 또한 본원에서 의도된 여러 응용에 특히 흥미롭다. 예를들면, 바륨 티탄산염($BaTiO_3$)은 커패시터, 변환기 등에 널리 사용되며, 이트륨 바륨 구리 산화물($YBa_2 Cu_3 O_x$) 및 다른 혼합된 발렌트 스핀텔(valent spinel)을 초전도체로서 연구하였고, 리튬 니오븀 산화물($LiNbO_3$)를 강유전체로서 연구하였다.

전해질(130)은 유익하게 리튬염을 포함할 수 있다. 이전에 공지된 배터리의 기계적인 어셈블리에서, 이층은 일반적으로 50 μ m(2밀리) 이상의 두께이다. 그러나, 본원에서 의도된 접근법에서 전극 표면에 대한 전해질의 직접적인 적용으로 인해, 보다 얇은 전해질층이 가능하다. 의도된 두께는 중량을 절약하고 배터리 저항(전극 사이의 보다 얇은 이온층)을 낮추는 10 내지 25 μ m이다. 이러한 두가지 인자는 보다 낮은 저항이 고전류 드레인 조건하에 배터리 성능을 향상시키면서 배터리의 특정 에너지를 증가시킨다.

액체 전해질이 의도되지만, 바람직한 전해질 물질은 실질적으로 폴리머 전해질과 같은 비유체 전해질, 및 특히 나랑 등의 미국 특허 제 5,830,600호(1998년 11월)에 개시된 것 및 나랑 등의 1997년 12월에 출원된 미국 연속 특허 출원 제 60/067226호의 것과 같은 비가연성/자체 소화 용매 전해질이며, 이 둘은 모두 참고로 본원에 통합된다.

또한, 폴리머 유형의 전해질을 이용하여 저항을 줄이는 가소제로 사용하는 것이 의도된다. 바람직한 가소제는 본원에 참고로 통합된 나랑의 미국 특허 제 5102751호(1992년 4월)의 개시에 따라 조정된다.

이미 설명된 것 외에, 추가이 이점은 패키징의 향상, 패키징 및 장치의 통합 뿐만 아니라, 배터리 - 시스템 레벨에서도 가능하다. 배터리 전극 구조물의 추가 향상은 고전원 레벨(전류 드레인)이 요구되는 경우에도 가능하다. 예를들면, 도 11의 배터리(110)은 전극(111 및 112)을 인터디지테이팅(interdigitate)한다. 이러한 구조물은 전극 유용성 및 단위 전극당 전원을 향상시킨다. 추가의 전극 향상은 나랑 등의 계류중인 미국 연속 특허 출원 제 09/089313호(1998년 6월)에 설명된다.

도 12는 본원에서 개시되어 사용될 수 있는 모든 다른 배터리 화학과 관계된 그래프이다.

다른 장치다른 장치

전자 회로 및 구성요소 이외의 다른 장치는 본원에서 개시된 바에 따라 유리하게 제조될 수 있다. 예를들면, 본원에서 개시된 방법 및 장치를 사용하여 오토바이의 탱크, 또는 자동차, 버스 및 트럭의 측면 상의 장식과 같은 장식의 목적을 위해 표면 코팅을 제공할 수 있다. 이러한 적용을 위하여, 3차원으로 제어된 헤드 움직임을 갖는 잉크 젯 유형의 프린터를 사용할 수 있다.

본질적으로 전자장치와 관련되지 않는 구체예의 다른 부류에서는, 본원에서 개시된 방법 및 장치가 다른 상업적으로 이용가능한 프린팅 기술에 의해 고성능 세라믹 막의 제조를 달성가능하게 한다. 예에 의해, 고유전 상수 세라믹 장치는 고품질 막을 제조할 수 있도록 유기 용매중의 바륨 티탄산염 슬러리를 폴리머 결합제와 함께 침착시켜 제조할 수 있다. 세라믹 수율을 향상시키고 막의 저온 베이킹에 의해 고유전 상수 세라믹 막을 제조하도록 바륨 티탄산염의 화학적인 전구체(바륨 알콕시드 및 티탄 알콕시드)를 이 용액에 첨가시킬 수 있다.

또한 본원에 개시된 기술은 전기 내부배선을 위해 통합된 비진공, 비 일렉트로리스(electroless), 비전기도금 고속 공정을 이용하여 금과 팔라듐을 침착시키는데 사용될 수 있다. 이 기술은 다중칩 모듈, 및 잉크 젯 프린팅에 의한 단단하고, 리지 - 플렉스(rigi - flex)하며, 가요성인 프린팅된 와이어링 보드 적용을 위해 구리 및 로듐을 침착시키는데 확대된다. 이 기술은 금속, 세라믹, Kapton^R(등록명) 및 종이와 같은 다양한 기질 위에 여러 금속을 침착시킬 수 있다.

이러한 기술을 이용한 실험은 금, 구리, 팔라듐, 및 로듐 막을 뛰어난 특성을 갖는 기질 범위에 침착을 일으켰다. 다른 것들 중, 침착은 이들이 (a) 실질적으로 어떠한 원하는 두께를 갖고; (b) 포어와 크랙이 없으며(SEM EDAX로 평가함); (c) 연속적이고 전기적으로 도체이며; (d) 높은 표면 부드러움, 광택 및 무결성을 가지며; (e) 기질에 좋은 접착력을 갖는다는 이점이 있다.

이러한 특징은 본원에서 구체적으로 언급하지 않은 많은 전자 및 비전자 응용이 당업자에게는 용이하게 명확해지는 다수의 이점을 제공한다. 다른 안내에 의해, 본원에서 개시된 침착 기술은 하기와 같이 유리하다:

- 이들은 진공 금속 증착 공정없이 실행될 수 있고;
- 이들은 패터닝을 위한 레지스트를 요구하지 않으며;
- 잉크 젯 프린팅과 같은 코팅 기술로 침착을 제어하기 위해 CAD/CAM 데이터를 사용할 수 있고;
- 이들은 외관, 지속성, 윤활성, 및 표면 무결성의 면에서 전기도금된 코팅과 동일하거나 뛰어난 금속 코팅 성능을 수득하며;
- 이들은 저온 침착 공정을 사용하므로, 80 내지 250℃의 서비스 범위를 갖는 넓은 범위의 기질 위에 사용될 수 있고;
- 이들은 (1) 이소프로필 알코올 및 에틸 아세테이트와 같은 양성 용매에 용해되고; (2) 좋은 막 형성 특성을 가지며; (3) 낮은 열 분해 온도를 갖고; (4) 적외선, UV, CO₂ 레이저, 아르곤 이온 레이저 및 IR 램프와 같은 적합한 간섭 또는 비간섭 광선의 조사에 의해 금속을 수득하기 위해 분해될 수 있는, 합성이 용이하고, 공기에 안정한 금속 착물을 기재로 하며;
- 이들은 얇고 두꺼운 막을 침착시키기 위해 사용될 수 있고;
- 이들은 페스트림의 주요 성분을 구성하는 CO₂, H₂O, 및 N₂와 함께 환경적으로 양성(benign)이 될 수 있으며;
- 이들은 (a) 기질 위에 용액을 용이하게 분배시킬 수 있는 높은 용해성; (b) 열분해/광분해에 의한 용이한 분해; (c) 높은 금속 로딩; (d) 실온에서 높은 안정성; 및 (e) 적절한 저장수명을 갖는 공기에 안정한 금속 전구체를 제공할 수 있고;
- 이들은 대부분의 어떠한 프린팅 기술에 적합하며; 및
- 이들은 열적으로 또는 광화학적으로 보조되는 분해에 적합하다.

실시에

실시에 1 - 구리 트레이스실시에 1 - 구리 트레이스

질소 도너 분자와 함께 구리(II) 포름산염의 용액을 침착시켜 구리 트레이스를 제조할 수 있다. 구리(II) 포름산염 테트라하이드레이트 2.0g을 100ml 둥근 바닥 플라스크에 취하고, 여기에 시클로헥실아민 6.8g을 첨가시켰다. 혼합물을 실온(25 내지 30℃)에서 약 5 내지 6일 동안 교반시켜 균일한 점성 물질을 수득하였다. 추가의 시클로헥실아민 0.5g을 첨가하고, 추가의 24시간 동안 연속하여 교반시켜 진한 페이스트를 수득하였다. 이 용액의 점성도는 시클로헥실아민 2g을 첨가시켜 변형시켰다. 잉크 젯 유형의 프린터를 사용하여 용액을 약 25μm 너비 및 0.2μm 높이의 선으로 분배시켰다. 그후, 침착된 용액을 10초 동안 마이크로파를 쏘여 실질적으로 순수한 구리 트레이스를 수득하였다.

실시에 2 - 절연체실시에 2 - 절연체

NMP 5.6g중에서 결합제를 용해시키기 위해 키나르(Kynar) 721 PVDF 4.5g을 사용하였다. 혼합물을 120℃로 가열시켜 PVDF가 완전히 용해하도록 하였다. 산화 알루미늄 파우더 97g을 첨가시켰다. 슬러리를 12시간 동안 혼합시켰다. 슬러리의 점성도는 프링팅 방법에 따라 NMP를 사용하여 조정하였다.

실시예 3 - 유전체 실시예 3 - 유전체

특정 실시예에서, 바륨 티탄산염 유전체를 생성할 수 있다. 100ml 둥근 바닥 플라스크에서 이소프로필 알코올 30ml 중의 티탄(IV) 이소프로폭시드 10g을 교반바를 이용하여 교반시켰다. 50ml 비이커에, 이소부티르산 4g과 아크릴산 5.5g을 이소프로필 알코올 20ml에 용해시켰다. 혼합된 산의 용액을 앞서 제조된 티탄(IV) 이소프로폭시드의 교반 용액에 천천히 첨가시켰다. 실온에서 세시간 동안 연속하여 교반시켰다. 깨끗한 용액을 수득하였다. 생성된 용액 23.2ml를 취하여 바륨 과염소산염이 이소프로필 알코올 약 80ml 중에 용해된 용액에 첨가시켰다. 이 혼합물을 1시간 동안 교반시켜 깨끗한 용액을 수득하였다. 이렇게 깨끗한 용액은 프린팅이 가능하다.

실시예 4 - 혼합된 금속 산화물 실시예 4 - 혼합된 금속 산화물

혼합된 금속 산화물은 금속 질산염과 아크릴산의 수용성 혼합물을 취한 다음, 낮은 온도에서 열분해시켜 유기물이 없는 산화 금속을 수득하도록 제조될 수 있다. 금속 질화물염 및 불포화된 카르복실산의 상대적인 양이 저온에서 유기체의 완전한 산화를 수행하기 위해 조정될 수 있다. 결정성을 향상시키기 위해 짧은 소결 기간이 요구될 수 있다. 이 방법은 $\text{LiAl}_{0.2}\text{Mn}_{1.8}\text{O}_x$, LiCoO_2 , LiMn_2O_4 등의 유형의 도핑된 및 도핑되지 않은 금속 산화물을 제조하는데에 성공적으로 사용될 수 있다.

특히 실험에서, $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 46.46g을 400ml 유리 비이커에서 물 약 90ml 중에 용해시켰다. 이 용액에, 아크릴산 21.60g을 첨가시켰다. 내용물을 약 1시간 동안 교반시켰다. 리튬 질산염 6.89g을 첨가시키고, 물질이 용해될 때까지 용액을 교반시켰다. $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 7.5g을 첨가시키고, 용액을 실온에서 14시간 동안 교반시켰다. 프린팅되는 용액이 마이크로파 가열을 이용하여 금속 산화물로 분해되면서 샘플이 실시예 1에서와 같이 프린팅될 수 있다.

유사한 과정을 넓은 범위의 금속 산화물, 예를들면 LiMn_2O_4 를, IB, IIB, IIIA& B, IVA& B, VA& B, VIA& B, VIIA 및 VIII 족, 란탄족, 및 악티늄족 금속의 도판트를 이용하여 도핑하기 위해 사용할 수 있다.

실시예 5 - 배터리 캐소드 실시예 5 - 배터리 캐소드

NMP 5.6g 중에 결합제를 용해시키기 위해 키나르 721 PVDF 4.5g을 사용하였다. 혼합물을 120℃까지 가열시켜 PVDF를 완전히 용해시켰다. LiCoO_2 89, 셰브론(Chevron) 아세틸렌 블랙 1g, 및 론자(Lonza) KS6 흑연 5.5g을 첨가시켰다. 슬러리를 12시간 동안 혼합시켰다. 슬러리의 점성도는 프린팅 방법에 따라 NMP를 사용하여 조정되었다. 앞서 혼합물을 스크린 프린팅시켰다.

실시예 6 - 전해질 실시예 6 - 전해질

키나르 721 PVDF 1.4g을 에틸렌 카르보네이트 대 디메틸 카르보네이트의, 105℃에서 30분 동안 가열시켜 1M 리튬 헥사플루오로포스페이트를 함유하는 2 대 1 혼합물 8.6g 에 용해시켰다. 폴리에틸렌 파우더 1g을 혼합물에 첨가시키고, 슬러리를 1시간 동안 혼합시켰다. 혼합물을 전극 표면에 프린팅시킬 수 있다.

실시예 7 - 배터리 캐소드 실시예 7 - 배터리 캐소드

티탄(IV) 질산염 2.96g과 티탄(IV) 이소프로폭시드 2.84g을 이소프로필 알코올 35ml 중에 용해시켰다. 혼합물을 2시간 동안 교반시켰다. 잉크 젯 프린팅 후에 CO_2 레이저 분해시켜 얇은 TiO_2 막이 공급되었다.

결론

회로 및 다층 전자 구성요소의 형성의 특정 구체에 및 응용뿐만 아니라 다른 응용을 위한 구성요소를 개시하였다. 그러나, 당업자들에게는 이미 설명된 것 외에 다수의 많은 변형이 본원의 의미로부터 벗어남 없이 가능하다는 것이 분명하다. 따라서, 발명의 요지는 첨부된 청구 범위에 속한다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

표면을 제공하는 단계;

산화제 및 환원제를 포함하는 산화환원 커플을 제공하는 단계;

하나 이상의 산화제 및 환원제를 제 1 용액에 용해시키는 단계;

제 1 용액을 표면에 도포하여 제 1 층을 형성시키는 단계;

제 1 층에서 산화환원 반응을 개시시키는 단계; 및

하나 이상의 추가 층을 추가하여 전자 구성요소를 완결시키는 단계를 포함하여, 전자 구성요소를 프린팅하는 방법.

청구항 2.

제 1항에 있어서, 구성요소가 활성 구성요소를 포함함을 특징으로 하는 방법.

청구항 3.

제 1항에 있어서, 구성요소가 집적 구성요소를 포함함을 특징으로 하는 방법.

청구항 4.

제 1항에 있어서, 구성요소가 전원을 포함함을 특징으로 하는 방법.

청구항 5.

제 1항에 있어서, 구성요소가 배터리를 포함함을 특징으로 하는 방법.

청구항 6.

제 1항에 있어서, 하나 이상의 산화제 및 환원제가 금속을 함유하는 화합물을 포함하며, 금속이 구리, 철, 코발트, 주석, 금, 은, 팔라듐, 백금, 니켈, 리튬, 알루미늄, 및 티탄으로 이루어진 군으로부터 선택됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 7.

제 1항에 있어서, 산화제가 강산화제이고, 환원제가 강환원제임을 특징으로 하는 방법.

청구항 8.

제 1항에 있어서, 산화환원 커플이 포름산염, 질산염, 알콕시드 질산염, 알콕시드 과염소산염, 아세테이트 질산염, 아크릴레이트 질산염으로 이루어진 군으로부터 선택된 물질을 포함함을 특징으로 하는 방법.

청구항 9.

제 1항에 있어서, 제 1 용액을 표면에 도포하는 단계가 하나 이상의 스텝프, 회전 플레이트 및 제트를 사용하여 제 1 용액을 침착시키는 단계를 포함함을 특징으로 하는 방법.

청구항 10.

제 1항에 있어서, 하나 이상의 층이 전해질을 포함함을 특징으로 하는 방법.

청구항 11.

제 1항에 있어서, 산화환원 반응에 의해 제 1 층이 순수한 금속으로 구성됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 12.

제 1항에 있어서, 산화환원 반응에 의해 제 1 층이 혼합된 금속 산화물로 구성됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 13.

제 1 항에 있어서, 산화환원 반응을 개시하는 단계가 마이크로파 광선으로 가해진 용액을 조사시키는 단계를 포함함을 특징으로 하는 방법.

청구항 14.

제 1항에 있어서, 구성성분을 완결시키는 단계가

제 2 산화제 및 제 2 환원제를 포함하는 제 2 산화환원 커플을 제공하는 단계;

제 2 용액에 하나 이상의 제 2 산화제 및 제 2 환원제를 용해시키는 단계;

제 2 용액을 제 1 층에 침착시키는 단계; 및

제 2 용액에서 산화환원 반응을 개시하는 단계를 포함함을 특징으로 하는 방법.

청구항 15.

제 1항에 있어서, 구성요소가 배터리를 포함하며, 제 1 용액을 표면에 도포하는 단계가 하나 이상의 스탬프, 회전 플레이트 및 제트를 사용하여 제 1 용액을 침착시키는 단계를 포함함을 특징으로 하는 방법.

청구항 16.

제 1 항에 있어서, 제 2 산화제 및 제 2 환원제를 포함하는 제 2 산화환원 커플을 제공하는 단계;

제 2 용액에 하나 이상의 제 2 산화제 및 제 2 환원제를 용해시키는 단계;

제 2 용액의 연속적인 퇴적물을 침착시키는 단계; 및

연속적인 퇴적물에서 산화환원 반응을 개시하여, 서로 인접하지 않는 구성요소의 두개 이상의 층을 전기적으로 커플링된 고정 도체를 생성하는 단계를 추가로 포함함을 특징으로 하는 방법.

청구항 17.

제 1항 내지 제 16항 중 어느 한 항에 있어서, 표면에 도포된 제 1 용액이 미립자를 5 중량% 이하로 함유함을 특징으로 하는 방법.

청구항 18.

제 1항 내지 제 16항 중 어느 한 항에 있어서, 표면에 도포된 제 1 용액이 미립자를 2 중량% 이하로 함유함을 특징으로 하는 방법.

청구항 19.

제 1항 내지 제 16항 중 어느 한 방법에 따라 다수의 구성요소를 프린팅하는 단계; 및

제 1 용액을 다수의 구성요소중 둘 이상과 연결시키는 원하는 패턴으로 표면에 도포하고, 이 패턴으로 산화환원 반응을 개시하여 둘 이상의 구성요소 사이에 전도성 트레이스를 생성시키는 단계를 포함하여, 전자 회로를 프린팅하는 방법.

청구항 20.

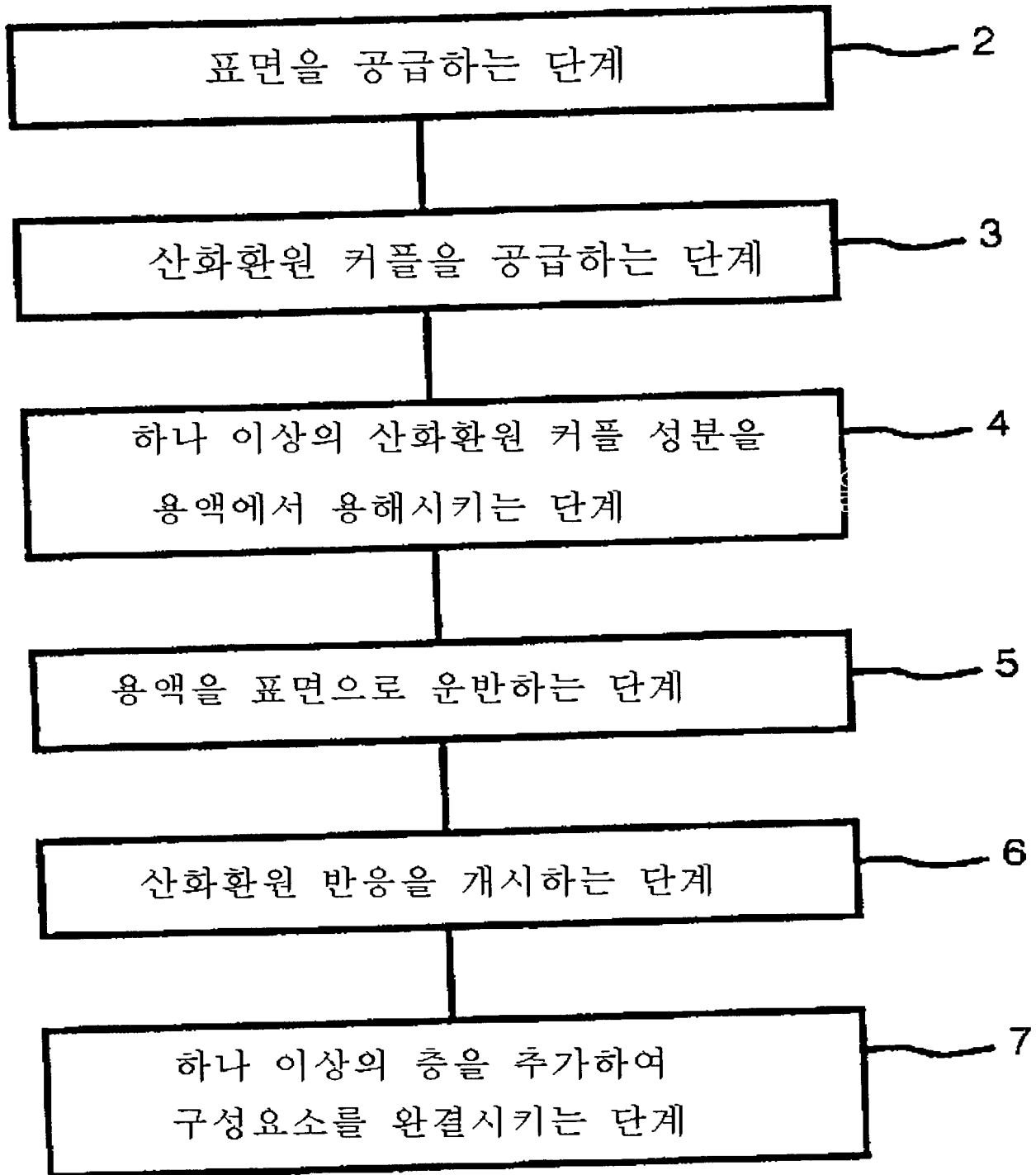
제 19항에 있어서, 패턴이 10 μ m 미만의 측면 해상도를 가짐을 특징으로 하는 방법.

청구항 21.

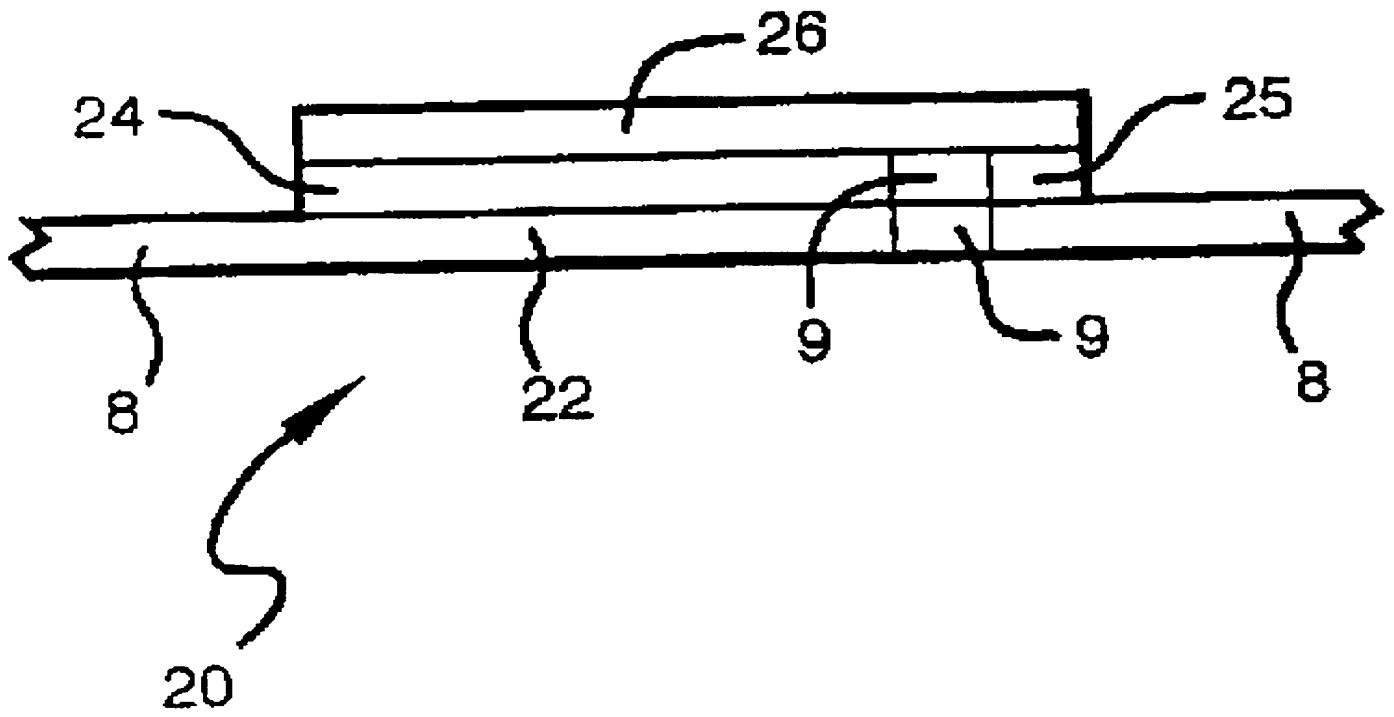
제 19항에 있어서, 회로가 트랜지스터, 전원, 및 캐패시터를 포함함을 특징으로 하는 방법.

도면

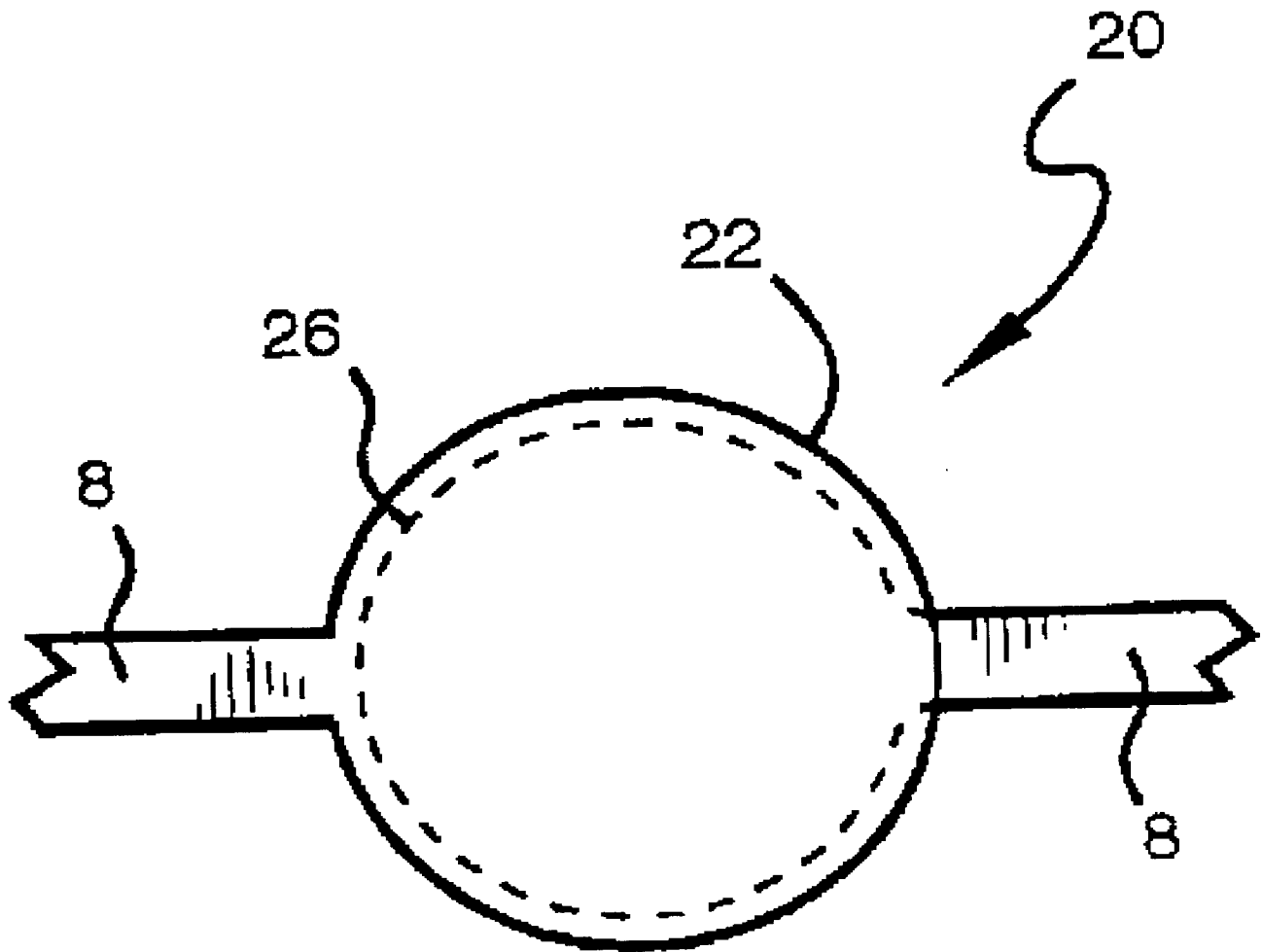
도면 1



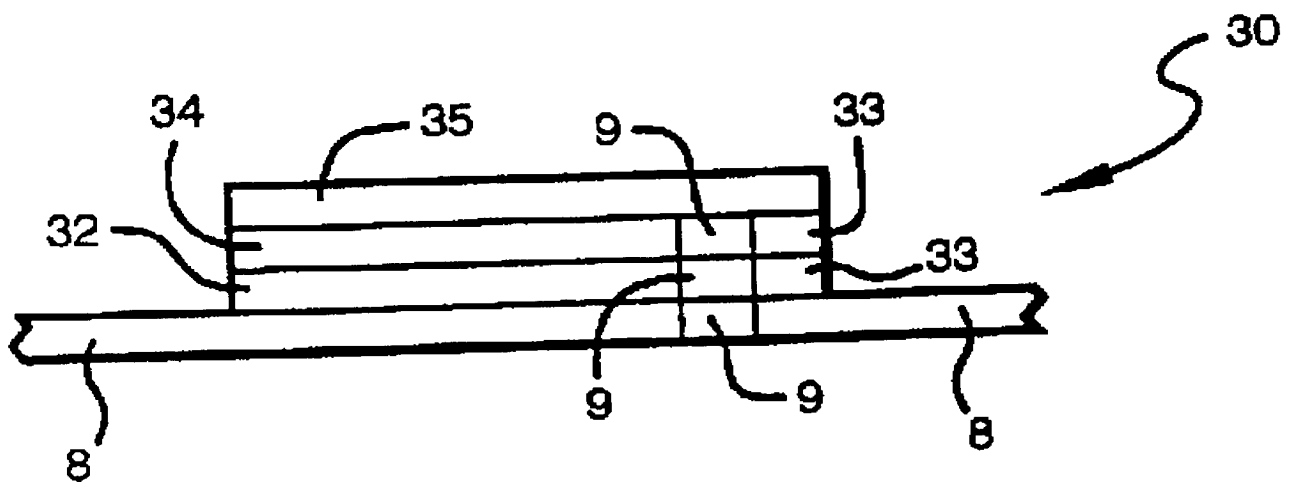
도면 2a



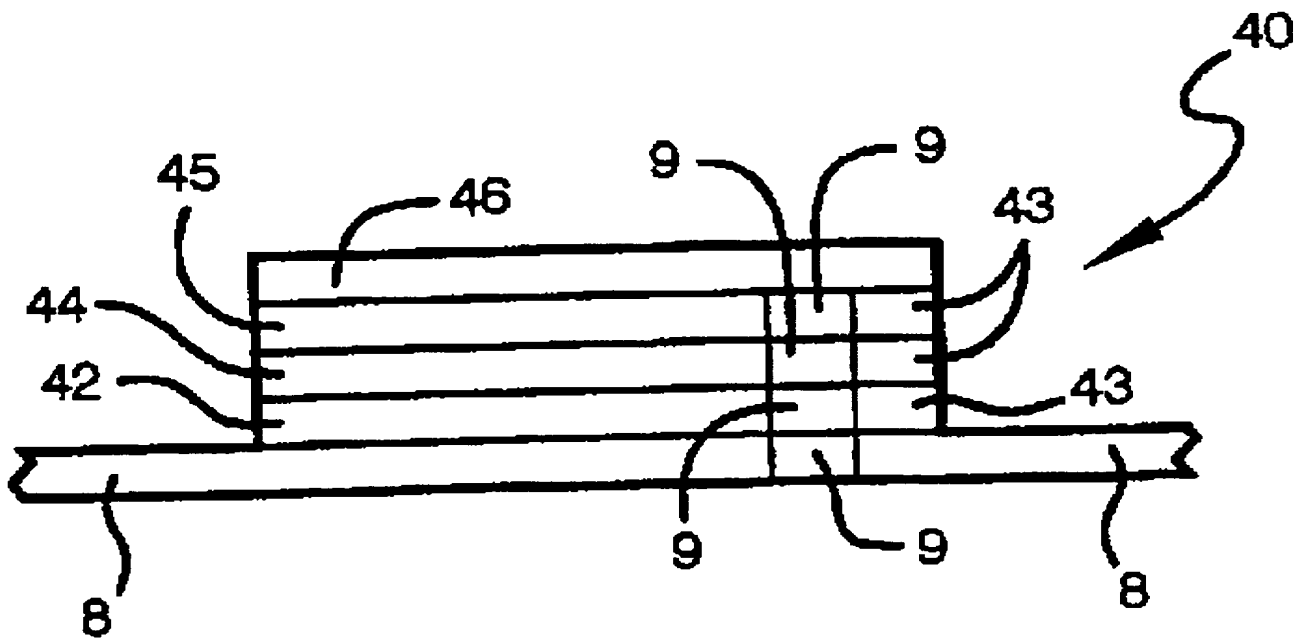
도면 2b



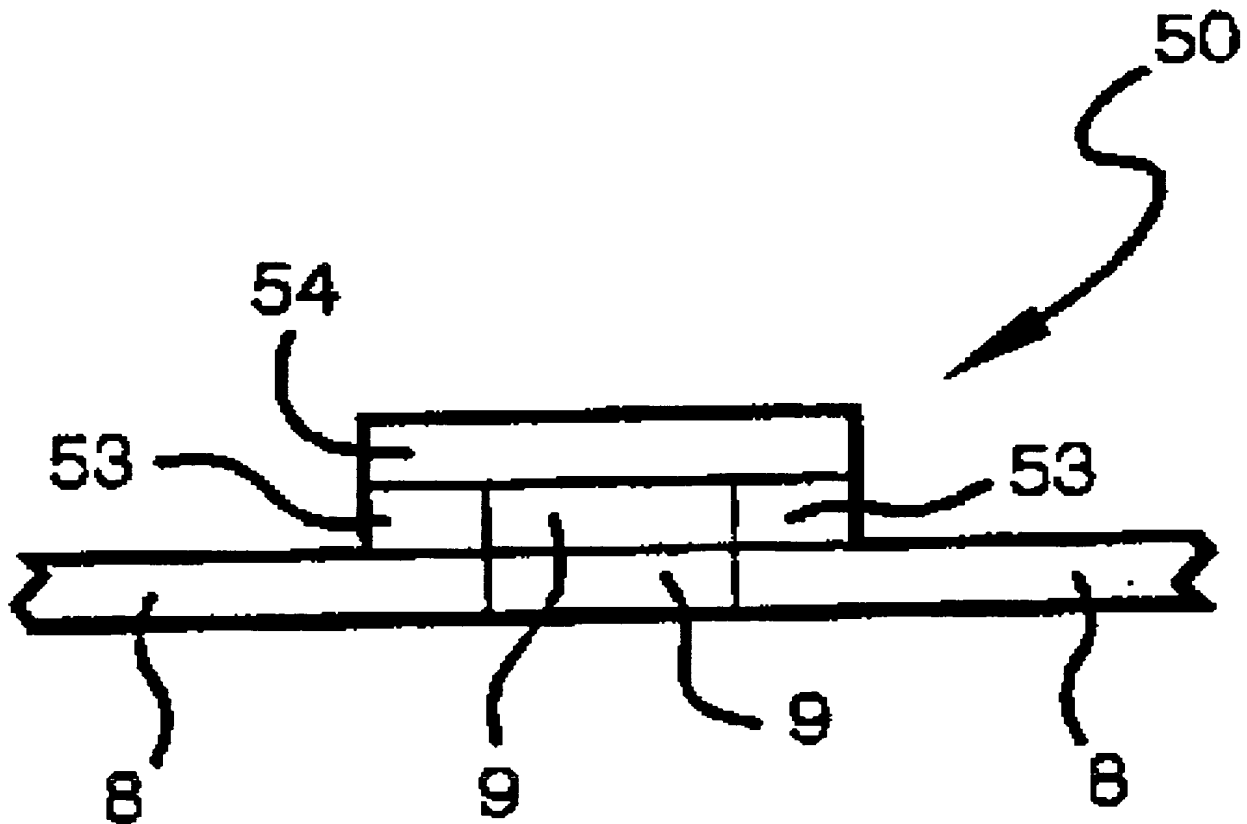
도면 3



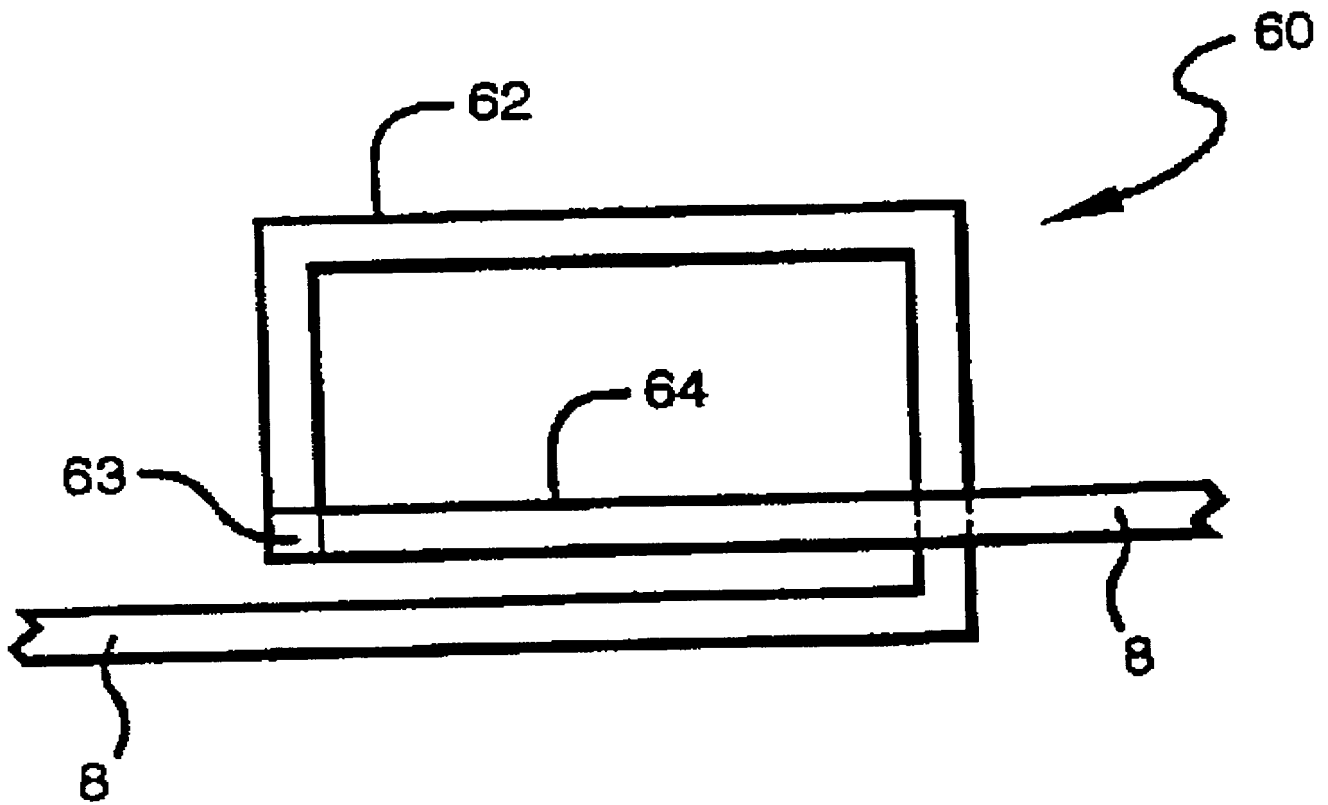
도면 4



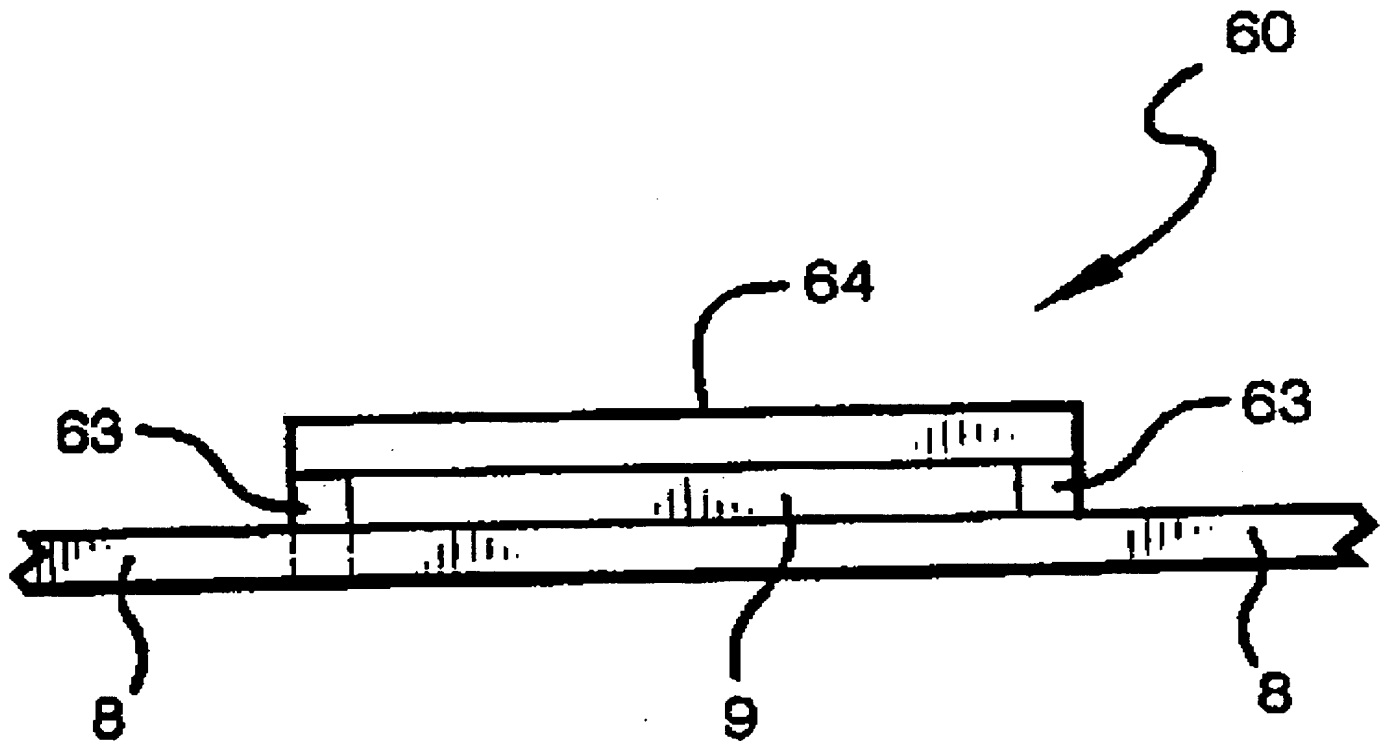
도면 5



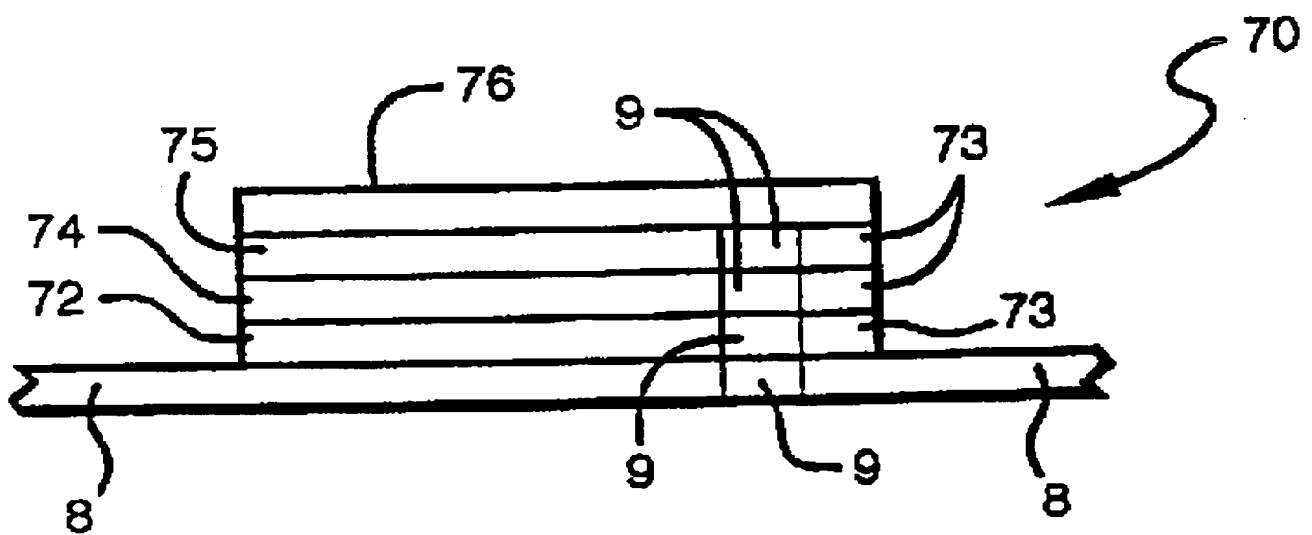
도면 6a



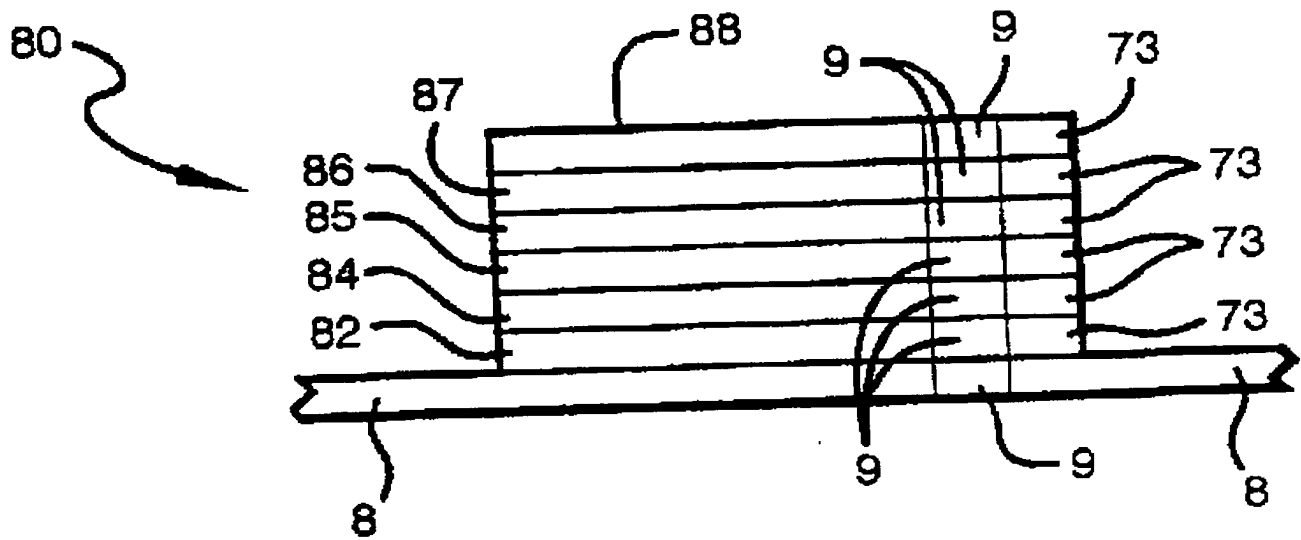
도면 6b



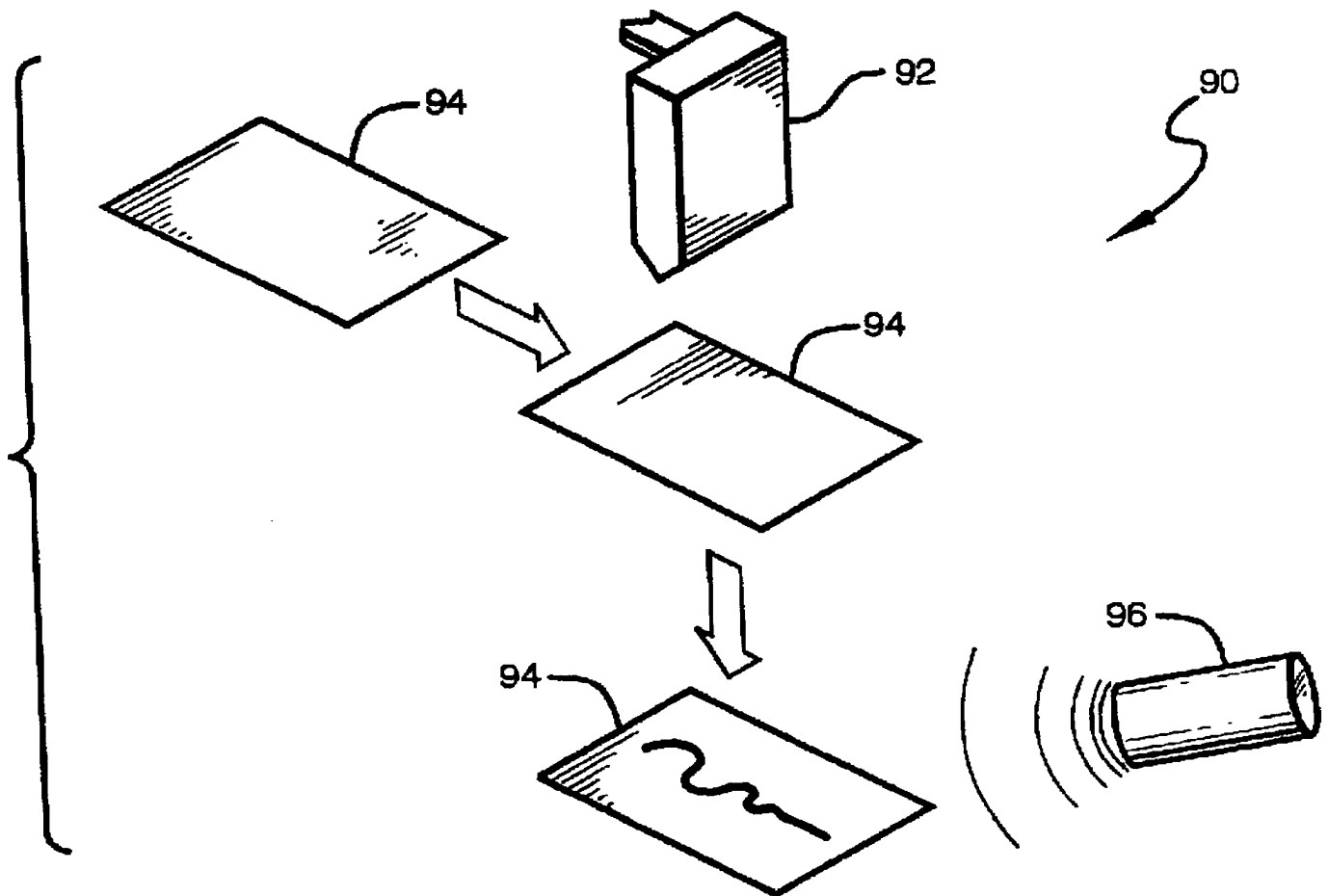
도면 7



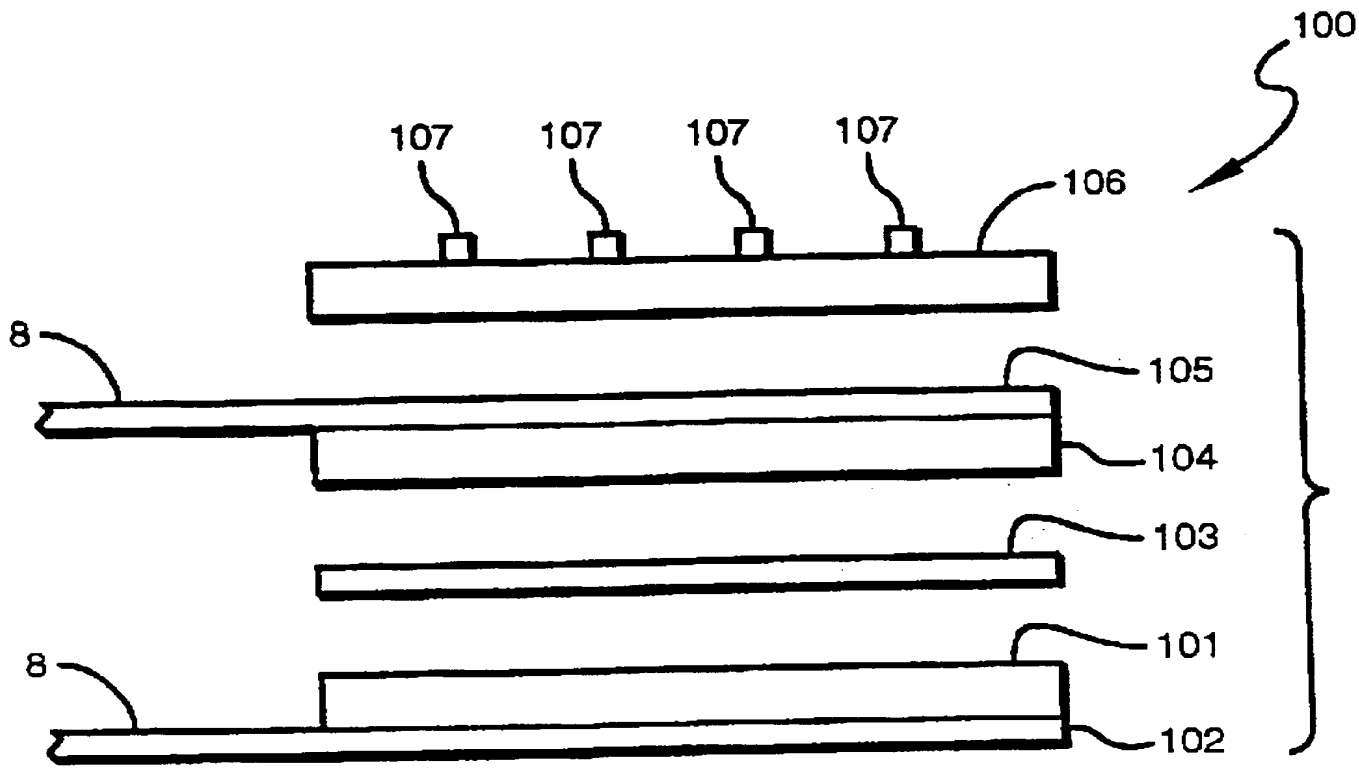
도면 8



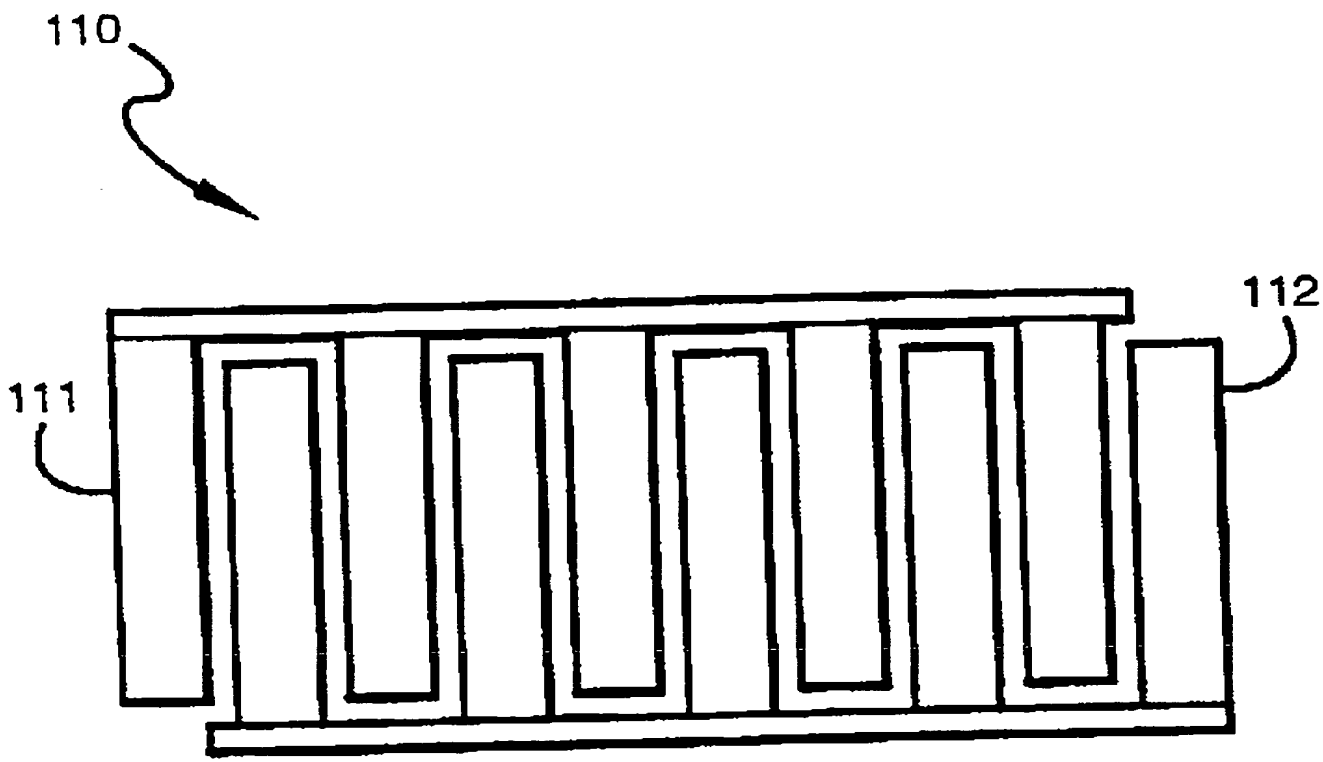
도면 9



도면 10



도면 11



도면 12

